EPS
ANN 13 (2)

DR. 2 Nº 714

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXI.

Digitized by the Internet Archive
in 2019 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/s3id13207890

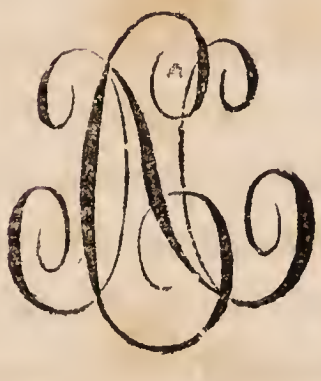
ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME VINGT-UNIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, Cloître Saint-Benoît, n° 16,
près la rue des Mathurins.

1822.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

Sur *le Traitement des mines d'étain dans le Cornwall et le Devonshire.*

Par John Taylor.

(*Annals of Philosophy, new series.* III. 449.)

(Traduit par M. Anatole-Riffault.)

Comme je ne sache pas que le traitement des mines d'étain ou la manière de les fondre ait été récemment décrite, et que la pratique de ce procédé ne s'étend pas au-delà d'un certain district, je pense que l'on ne verra pas sans intérêt un exposé des méthodes actuellement employées dans les comtés de Cornwall et de Devonshire.

Les mines d'étain se trouvent en deux espèces de dépôts : premièrement, en veines accompagnées de divers autres minéraux ; et secondement, en fragmens détachés dans un terrain d'alluvion.

Il est d'usage, dans le Cornwall, de ne point appliquer le nom de *minerai* à l'oxide d'étain, mais de le distin-

guer à cet état, par celui d'*étain noir* (*black tin*), par opposition avec l'*étain blanc*, dénomination qui lui est réservée à l'état métallique.

Les deux espèces de mines d'étain que nous venons de citer sont en conséquence généralement connues sous les noms de *mine d'étain* et d'*étain en grain* (*stream tin*); et comme le plus souvent on les fond séparément, par des moyens différens, et que le métal qui en provient diffère aussi dans sa qualité, il est important de remonter aux causes d'où cette diversité paraît dépendre.

La mine d'étain est, comme je l'ai dit, le produit des veines, et s'extrait avec un mélange de toutes les substances qui l'accompagnent ordinairement. Ce sont fréquemment des pyrites de cuivre et de fer, le wolfram, le fer micacé, etc.; la séparation de ces corps, ainsi que celle de la gangue terreuse, est l'objet de divers procédés de traitement, dirigés avec le plus grand soin, et qui prennent une partie considérable du temps du travail.

Dans un pays où le combustible employé à la fonte est à très-bas prix, il y aurait peut-être de l'économie à diminuer le travail du traitement, et, en laissant plus à faire au fourneau, à réduire la dépense des opérations premières; c'est une question que je n'ai jamais soumise à une expérience directe, quoique je conçoive son importance. Les différentes terres peuvent être promptement séparées par la fusion, comme dans le cas des mines de cuivre que l'on fond toujours avec le mélange des différentes espèces de spath dans lesquelles on le rencontre; toutes sont aisément entraînées par le feu, et la scorie se sépare d'elle-même de la partie métallique.

La fusibilité de l'étain offre une manière de le séparer

de son alliage avec la plupart des métaux auxquels il peut se trouver uni dans les veines ; car les mines de plomb et de zinc sont rarement mêlées avec lui. On tire aujourd'hui parti de cette propriété jusqu'à un certain point pour le raffiner, et il est probable qu'on pourrait encore en obtenir un plus grand avantage, et éviter quelques-unes des dépenses du traitement de la mine.

Le métal produit par la mine d'étain est toujours de qualité inférieure, ce qui est dû au mélange d'autres métaux, dont il est probable qu'on ne peut entièrement le débarrasser par aucune méthode ; on le connaît dans le commerce sous le nom d'*étain commun* ou *étain en saumons* (*block tin*), et il forme une grande partie de celui qu'on porte au marché.

L'étain en grain se trouve dans les couches les plus basses des dépôts d'alluvion, au fond des vallées profondes, ou dans les endroits où un dépôt considérable de vase, de sable et de gravier a été formé par l'action de l'eau ; on l'a souvent rencontré occupant un lit épais reposant sur la roche, et recouvert par une couche terreuse, (*overburden*), ainsi que l'appellent les mineurs, qui a quelquefois de 20 à 70 pieds d'épaisseur. L'étain s'y trouve en petits fragmens arrondis, quelquefois de la grosseur d'une noix, mais le plus souvent à l'état de petit gravier et même de sable fin ; il est empâté dans une matière tendre, friable, composée de débris de roches dont on peut supposer qu'il a été séparé.

La particularité principale de l'étain en grain est l'absence de tout autre mélange métallique, à l'exception de quelques petits nœuds de mine de fer hématique qui l'accompagnent quelquefois. Cette circonstance le rend

propre à donner un métal très-pur. Ce n'est point ici le lieu de remonter à la cause qui a pu si complètement débarrasser ces mines des substances avec lesquelles il est probable qu'elles étaient originairement combinées, ni de rechercher si on doit l'attribuer à une action mécanique ou à une décomposition ; on remarquera seulement que l'on ne découvre maintenant, dans les dépôts de cette nature, outre l'hématite déjà citée, que des métaux indestructibles.

Les opérations du traitement de l'étain en grain sont plus simples que celles employées pour la mine d'étain. On le fond aussi d'une manière différente, et il produit un métal supérieur connu sous le nom d'*étain en grain* (*grain tin*), dont on fait principalement usage pour la teinture et les objets les plus soignés.

Les procédés du traitement de la mine d'étain sont, sous beaucoup de rapports, les mêmes que ceux dont on fait usage pour les autres mines ; ils sont néanmoins sujets à quelques modifications dues aux particularités suivantes :

1. Cette mine se trouvant presque toute uniformément dispersée à travers la gangue, il faut nécessairement réduire la masse à l'état de poudre fine afin de parvenir à une séparation parfaite du minerai.

2. Etant inaltérable par un degré de chaleur modéré, elle peut éprouver une calcination au moyen de laquelle la pesanteur spécifique des sulfures ou des arséniates, avec lesquels elle est mêlée, peut être diminuée, et leur séparation rendue plus facile.

3. Le poids de la mine d'étain étant supérieur à celui

de la plupart des autres substances, elle est moins sujette à se perdre dans le lavage, et par conséquent on peut la préparer de manière à ne presque plus contenir que les substances qui y sont adhérentes.

Il suit de la première de ces circonstances, que toutes les mines d'étain doivent être munies de moulins à bocarder d'une force convenable pour piler le minerai extrait, qu'on soumet généralement à leur action jusqu'à ce que le tout soit réduit à un assez grand état de division; et d'après cette considération, la masse et la chute de l'eau que l'on pouvait appliquer à cet objet déterminaient anciennement la quantité de minerai qu'on pouvait retirer de la mine, ou même souvent on le transportait en entier dans quelqu'endroit favorable à l'établissement de roues hydrauliques. Mais depuis plusieurs années on a appliqué les machines à vapeur aux moulins à bocarder, et le produit des mines se trouve considérablement augmenté. Deux de ces machines, d'une force considérable, sont maintenant en activité avec le plus grand succès dans deux des mines d'étain du Cornwall (nommées *wheal vor* et *great huas*). On en retire aujourd'hui un produit en étain très-abondant, et anciennement il eût été impossible d'en rien extraire.

L'état de division du minerai est réglé par une plaque de fer percée de petits trous à travers lesquels il passe en totalité à sa sortie des pilons, et entre lesquels il est lavé par un courant d'eau rapide qu'on y dirige à cet effet. Ce point est d'une grande importance, et il est déterminé par l'état de dissémination dans lequel on trouve chaque minerai.

Le but de ce Mémoire n'est point de détailler les

procédés de traitement communs à la plupart des mines ; il suffira donc de remarquer que, après avoir été soumis au pilon, le minerai d'étain est lavé à la manière ordinaire afin d'en séparer le mélange terreux, et, autant que possible, celui de nature métallique. Toutes ces opérations sont conduites avec une attention et une sagacité peu communes ; car, comme les mines d'étain contiennent une très-grande proportion de métal, il importe d'employer tous les soins pour éviter les pertes.

On trouve cependant plusieurs substances métalliques qui, soit par leur pesanteur spécifique trop rapprochée de celle de la mine, ou parce qu'elle est beaucoup plus grande, n'en peuvent être séparées par aucun procédé de lavage ; mais elles sont alors pour la plupart décomposables par une chaleur rouge, que l'oxide d'étain peut supporter sans en éprouver d'altération. Après donc qu'on a fait tout ce qu'il était possible pour bien débarrasser le minerai des substances étrangères, on le porte à l'atelier de calcination (*burning house*). Il est garni de petits fourneaux à réverbère sur l'aire desquels on répand le minerai, et où il est soumis à l'action d'une chaleur modérée et régulière. On le remue souvent avec un ringard en fer afin de renouveler les surfaces, et il se fait pendant cette opération une volatilisation considérable de soufre et d'arsenic : le premier de ces corps paraît en grande partie se brûler, et l'autre est condensé dans de longs tuyaux horizontaux destinés à cet effet. Lorsque la mine sort de l'atelier à calcination, on complète le procédé de traitement par un nouveau lavage rendu très-facile par l'altération produite par le feu dans les poids relatifs des diverses substances.

Il arrive souvent qu'il se trouve du cuivre dans ces mines, et comme il est alors en partie converti en sulfate de cuivre, on met à part la première eau de lavage, et on en retire une certaine quantité de cuivre par le moyen du fer.

La grande pesanteur spécifique de la mine d'étain, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, met à même de la soumettre à de nombreuses opérations de traitement sans faire de grandes pertes ; on la pousse généralement jusqu'au point de la rendre assez pure pour donner un produit en métal de 50 à 75 pour cent. C'est dans cet état que les mineurs la vendent aux fondeurs, qui en déterminent le titre en essayant un échantillon choisi sur toute la masse.

Les fourneaux employés pour fondre la mine d'étain sont des fourneaux à réverbère ordinaires, et capables de contenir une charge de douze à seize cents pesant de minerai.

On prépare la charge en mêlant le minerai avec une partie de charbon de terre (*stone coal* ou *welch culm*), à laquelle on ajoute une médiocre quantité de chaux éteinte ; on mélange bien le tout et on l'humecte d'eau : celle-ci s'oppose à l'action trop rapide de la chaleur du fourneau, qui autrement pourrait entraîner quelques portions du métal avant que sa fusion ne fût commencée.

La chaleur employée est très-forte et telle qu'elle peut mettre toute la masse en fusion parfaite, que l'on maintient pendant sept ou huit heures ; après quoi, la charge est bonne à tirer. Pour cet objet, le fourneau est garni, à sa partie la plus inférieure, d'une ouverture fermée

pendant l'opération avec de l'argile ou du mortier, et sous laquelle on place une chaudière en fer pour recevoir la matière. Le fourneau a de plus une petite porte opposée au foyer, et par laquelle on peut enlever de la surface le laitier ou scories pendant que l'étain s'écoule en dessous par le trou qu'on a débouché.

C'est ainsi qu'on sépare les deux matières ; l'on coule l'étain dans des moules de manière à en former des plaques de grandeur moyenne, que l'on met à part pour un raffinage subséquent. Le laitier, qui se prend bientôt en masse dure, subit un nouveau traitement ; après l'avoir bocardé et broyé, on le lave, et on en retire une nouvelle quantité d'étain qu'on nomme *prillion,* et qu'on refond ensuite.

Aucune opération de fusion n'est plus facile que celle que l'on fait subir aux mines d'étain, et il n'y en a aucune dont on puisse plus aisément rendre compte. Il n'y a que deux choses à faire dans le premier procédé : obtenir une fusion parfaite des terres de manière que le métal puisse s'en séparer facilement, et décomposer l'oxide dont la mine est formée.

L'addition de chaux contribue à effectuer la première, et celle de matière charbonneuse ou de houille complète la réduction de la mine. La séparation du métal d'avec les terres a lieu ensuite pendant la fusion à la manière ordinaire, par la différence de leurs pesanteurs spécifiques, l'un se précipitant au fond du fourneau, d'où on le fait écouler par le trou qui y est ménagé, et les autres venant flotter à la surface d'où on les enlève par le moyen cité.

Les plaques d'étain que l'on obtient par cette fusion

sont plus ou moins impures selon la qualité du minerai dont on a fait usage ; on les conserve à part jusqu'à ce qu'on en ait une assez grande quantité pour les soumettre au raffinage que l'on effectue, soit dans le même fourneau quand la fusion du minerai est achevée, soit dans un autre semblable destiné à ce seul objet.

Tous les procédés de raffinage des métaux par le feu sont fondés sur le parti qu'on peut tirer de quelque propriété par laquelle le métal sur lequel on opère diffère de ceux avec lesquels il est allié, et dont on veut le séparer. Ces différences peuvent consister dans la facilité ou la difficulté de l'oxidation, dans leur tendance à se volatiliser, dans la différence de leurs points de fusion ou dans le rapport de leurs pesanteurs spécifiques.

C'est en ayant égard à ces deux dernières circonstances qu'on parvient à raffiner l'étain. Les substances que l'on doit le plus soupçonner dans le produit de la première fusion, et que l'on doit tâcher de séparer, sont le fer, le cuivre, l'arsenic, le tungstène, une portion d'oxides indécomposés, de sulfures ou d'arséniates, et un peu de matières terreuses ou scories.

Le fourneau d'affinage n'est porté qu'à un degré de chaleur très-modéré, et après qu'on y a placé les plaques d'étain, on ne les fait fondre que par degrés; le métal fondu s'écoule dans une chaudière que l'on maintient échauffée au moyen d'un feu léger placé au-dessous d'elle. Par ce procédé, les substances les plus infusibles restent dans le fourneau, et on purifie encore de nouveau l'étain en le remuant pendant quelque temps dans la chaudière, opération que les ouvriers appellent *agitation* (*tossing*). Elle est effectuée par un homme qui

avec une cuillère enlève une partie du métal fondu, et le reverse ensuite dans la chaudière d'une hauteur telle qu'il puisse agiter toute la masse et la mettre en totalité en mouvement.

Quand cette opération est terminée, on écume avec soin la surface et on en sépare les impuretés; elles consistent en substances plus légères que l'étain, mais qui y restent en suspension et qui, dégagées par le mouvement, se portent alors vers la surface. En général, on coule en une seule fois tout le métal dans les moules, après qu'on a achevé de l'agiter et de l'écumer; mais le produit des mines impures et ferrugineuses peut cependant exiger que l'étain soit séparé autant que possible de tout autre mélange qu'il pourrait retenir. On y parvient facilement en maintenant la masse à l'état de fusion dans la chaudière; par ce moyen, les parties plus pesantes que l'étain se rassemblent au fond, et en ne faisant pas écouler les dernières portions de métal, il se trouve amené à un état de pureté bien plus grand.

La dernière opération consiste à jeter le métal raffiné dans des moules formés ordinairement de granite et de dimensions telles qu'ils peuvent contenir des pièces d'étain pesant quelquefois jusqu'à trois cents livres chacune. On leur donne le nom de *saumons* (*blocks*), et, conformément aux lois sur l'étain, on les envoie marquer par des préposés pour cet objet; de là, ils sont portés au marché sous le nom d'*étain en saumons* (*block tin*), et la partie qui a été traitée avec plus de soin que le reste est appelée *étain raffiné*.

La fabrication de l'étain en grain (*grain tin*) qui pro-

vient des terrains d'alluvion s'opère d'une manière un peu différente et qu'il me reste à décrire.

J'ai déjà fait remarquer la pureté de ces mines qui ne contiennent aucun mélange métallique étranger, et je ne crois pas qu'il soit nécessaire de rapporter ici le mode de séparation du sable et du gravier dans lesquels on les trouve, parce qu'il est en tout point semblable à celui qu'on emploie pour les autres minerais d'étain. On commence donc par bien nettoyer l'étain en grain, et, dans cet état, on va le vendre, pour être fondu, dans des ateliers à *vent* (*blowing-houses*), pour les distinguer des *fonderies* (*smelting-houses*) où l'on réduit la mine d'étain, dénomination qui en outre indique l'espèce d'opération à laquelle on soumet le métal.

La réduction des mines d'étain en grain s'effectue dans des fourneaux à vent, et le seul combustible qu'on y emploie est le charbon de bois. Cette méthode de fusion est extrêmement simple et probablement la plus ancienne de toutes, comme sembleraient l'indiquer des restes de fourneaux de construction grossière que l'on rencontre quelquefois, et dans certains desquels il paraît que l'on a compté sur le vent seul pour activer le feu.

Les fourneaux dont on fait usage aujourd'hui sont semblables à ceux employés pour la fusion de la fonte, et sont formés par un cylindre de fonte reposant sur l'une de ses bases et recouvert d'argile. La partie supérieure est ouverte afin de recevoir le combustible et le minerai qu'on y jette alternativement; on a ménagé une ouverture à quelque distance du fond sur le derrière du cylindre pour faire passer le vent, et une autre un peu plus bas

et opposée à celle-ci, par laquelle le métal s'écoule continuellement à mesure qu'il est fondu.

Un courant de vent rapide est produit à l'aide de soufflets, ou, dans des travaux mieux entendus, par des pistons jouant dans des cylindres d'où l'air est ensuite conduit par un tuyaux destiné à cet effet jusque dans l'orifice du fourneau.

La seule purification que l'étain paraît exiger se réduit à la séparation des substances qui y sont mécaniquement suspendues; pour cet objet, on fond le métal dans une chaudière de fer, et on le maintient dans cet état à l'aide d'un feu modéré qu'on entretient au-dessous; on met toute la masse en agitation en plongeant dans le métal fondu des morceaux de charbon que l'on a trempés dans l'eau, et les tenant au fond de la chaudière par le moyen d'une tige de fer. L'eau du charbon se convertit promptement en vapeur qui, s'élevant à travers le métal, le fait paraître en ébullition rapide. Quand cette opération est achevée et qu'on a laissé le tout en cet état pendant un peu de temps, on enlève la crasse qui recouvre la surface, et l'étain, qui présente un aspect brillant particulier, est enlevé avec des cuillères et versé dans des moules convenables où il forme les pains que l'on vend dans le commerce.

Quelquefois néanmoins on met l'étain en grain sous une forme différente en le brisant; dans cette vue, on chauffe les pains jusqu'à un degré connu auquel le métal est rendu cassant; on les élève alors à une hauteur considérable, et en les laissant retomber, ils se divisent en petits fragmens d'une apparence particulière.

La fusion par un fort courant d'air est nuisible aux

métaux que la chaleur peut oxider et volatiliser, parce que, dans cette méthode, ils ne retirent aucun avantage des scories qui dans les fourneaux à réverbère nagent à leur surface et les protégent contre l'évaporation et l'oxidation. L'ancienne pratique de fondre le plomb dans ce qu'on appelle des *pots à mine* (*ore earths*) commence à se perdre, et l'usage des fourneaux à réverbère, qui augmente considérablement le produit de la mine, devient presque général. L'étain, quoique volatil à un certain point, n'est pas affecté par le procédé d'une manière sensible; mais comme il s'en échappe un peu sous forme de fumées blanches, on est dans l'usage de construire une longue cheminée horizontale que l'on fait aboutir dans une espèce de chambre où la plus grande partie de ces fumées se condense et est recueillie.

Rapport *à M. le Maître des Requêtes, Préfet du département des Vosges, sur l'*aérolithe *tombé dans la commune de la Baffe, le* 13 *septembre courant, par le Régent de physique soussigné, envoyé sur les lieux pour recueillir les circonstances et les preuves de ce phénomène.*

On se souviendra long-temps, dans les Vosges, des orages désastreux de 1822; celui du 13 septembre, terrible en apparence, mais nullement malfaisant dans ses effets, sera un des plus intéressans aux yeux des physiciens.

Dès quatre heures du matin, cet orage s'éleva sur l'horizon du département, du côté de l'ouest-sud-ouest. L'air était calme, sec et éminemment électrique : les nuages étaient hauts, leurs formes menaçantes, leur direction variable; ils n'étaient point réunis en grandes masses, mais groupés çà et là de la manière la plus pittoresque; ils obstruaient tout le midi et le couchant; l'orient seul restait libre, mais bientôt son azur s'obscurcit; jamais l'aspect du ciel n'avait été plus sinistre qu'au soleil levant.

Les éclairs étaient d'une fréquence et d'une vivacité peu communes; plusieurs offraient les corruscations les plus brillantes, et telles que chacun les remarqua comme un fait extraordinaire : un grand nombre se dirigeait vers la terre par des lignes brisées plus ou moins obliques.

Le bruit du tonnerre était singulier; entendues de loin, les détonnations étaient brusques, peu prolongées, et se répétaient à des intervalles très-courts. On eût dit le bruit lointain du canon. Entendus de près, les coups les plus forts se bornaient à un sifflement analogue à celui des fusées d'artifice, entrecoupé de déchiremens et de craquemens, et terminé par une succession de pétards, comme un feu de peloton mal exécuté.

A sept heures du matin, cet orage était parvenu sur la commune de la Baffe, canton d'Epinal, à deux petites lieues à l'est de la ville. Les faits généraux que nous venons de décrire y furent remarqués comme par-tout ailleurs; mais en voici d'autres particuliers à cette localité, et beaucoup plus dignes de l'attention des savans.

Les habitans restés dans leurs foyers, et bien mieux encore ceux répandus en grand nombre dans la cam-

pagne, entendirent tout-à-coup dans le ciel, et non sans un grand étonnement, un bruit analogue à celui d'une voiture neuve ou mal graissée, qui descendrait avec vitesse le long d'un chemin raboteux et couvert de cailloux. Sa direction était du sud-ouest au nord-est, comme celle de l'orage, et dans un plan incliné à l'horizon; sa durée fut de sept minutes au moins; sa force augmentait à mesure que le météore s'approchait, et parvint enfin à une intensité effrayante. Il a été entendu non-seulement des habitans de la Baffe, mais aussi dans les communes environnantes; il était très-distinct du bruit du tonnerre, qui pendant le même temps grondait en différens points du ciel.

Le nommé Nicolas Etienne, ancien militaire et aujourd'hui cultivateur à la Baffe, revenait alors de Docellet, avec sa voiture vide attelée de bœufs; parvenu à un quart de lieue du village, et entendant, malgré le bruit de sa voiture, ces roulemens étrangers se diriger sur lui, il crut prudent de s'arrêter. Il dit avoir entendu alors un cliquetis analogue à celui d'un grand nombre de bouteilles que l'on briserait, mêlé au bruit principal, qu'il compare à celui d'un obus, puis une explosion sourde et profonde, au moment où le météore frappa la terre. Il assure aussi avoir vu ce météore s'éclater à l'instant du choc, et plusieurs débris se diriger exclusivement du côté opposé à celui d'où venait l'orage. Mais l'aérolithe lui-même, encore en l'air, échappa à sa vue, sans doute à raison de sa grande vitesse. Il assure aussi que l'explosion ne fut ni accompagnée ni immédiatement précédée d'éclairs ni d'aucune autre apparence lumineuse.

Remis de sa frayeur, Etienne descendit de sa voiture, alla visiter le lieu de l'explosion situé sur le chemin même et à douze pas au plus en avant de la tête de ses bœufs. Il y trouva un trou rond pratiqué dans le pavé; les parois en étaient enfumées; le fond contenait les débris d'une masse de pierre noircie à sa surface extérieure, grise en dedans, grenue, friable, parsemée de points brillans et de filets ferrugineux à l'état métallique, déprimée à sa surface inférieure, irrégulièrement arrondie dans les autres points, autant du moins que l'on peut en juger par la juxta-position des morceaux qui restaient; car un grand nombre avait jailli dans les champs voisins. Il pense que le volume total de cet aérolithe pouvait être comparé à celui d'un boulet de six; il n'osait y toucher dans la crainte de se brûler; mais l'ayant mouillé, il n'éprouva qu'une chaleur très-supportable.

Le moment de l'apparition de ce phénomène fut celui où le front de l'orage arriva au zénith, tout resplendissant de feux électriques. Le tonnerre avait grondé avant, et il gronda après avec la plus grande force, quoique souvent d'une manière insolite; la pluie qui commençait à tomber devint plus violente; Etienne ramassa ces pierres de foudre (c'est ainsi qu'il les appelle), remonta sur sa voiture et se hâta de regagner sa maison.

Vingt cultivateurs qui travaillaient dans le voisinage à la récolte des regains ont vu Etienne s'arrêter et exécuter tous les mouvemens ci-dessus relatés; comme lui, ils ont entendu les roulemens raboteux et retentissans dont ils suivaient fort bien la direction; ils ont tremblé à l'explosion finale, qui leur a paru envelopper un de

leurs concitoyens des plus estimables ; ramenés comme lui à la maison, et par l'intérêt qu'ils lui portaient, et par la violence de l'ouragan, tous, grands et petits, se sont empressés d'aller le féliciter d'avoir échappé au péril, et examiner les objets qui lui étaient venus des régions éthérées. La plupart en ont pris des échantillons, en sorte qu'il ne lui en restait plus qu'un dont, à notre arrivée, il s'est empressé de faire hommage à M. le Préfet.

Nous nous sommes fait conduire sur le point précis où le météore est tombé ; c'est au milieu d'une plaine assez vaste, ouverte du côté du midi, entièrement cultivée, sans aucun arbre ni même de buissons. Nous avons reconnu que la nature du sol était sablonneuse, comme dans tous les environs, et qu'il n'y avait que des grès et des cailloux roulés, sans aucunes autres pierres. Il est constant aussi que l'air est resté calme pendant toute la durée de l'orage; ainsi la pierre en question n'a pu être transportée là par une trombe.

Le temps nous a manqué pour faire des recherches bien exactes dans le voisinage du lieu de l'explosion principale ; mais ces bons habitans, tout joyeux de trouver l'occasion de faire quelque chose qui soit agréable à M. le Préfet, ont promis de fouiller non-seulement dans cet endroit, mais encore dans un pré attenant au village, et où on dit qu'il est aussi tombé quelque chose.

Le présent rapport est certifié véritable, quant aux faits et aux circonstances physiques qui y sont relatés, par le sieur Demeuge, maire de la Baffe, et Nicolas Etienne, cultivateur au même lieu, lesquels l'ont signé avec le

Professeur-Rédacteur, ainsi que le sieur Gehin, ancien sous-préfet, qui a accompagné ce dernier dans toutes ses opérations.

Fait à Epinal le 19 septembre 1822.

Signé Parisot ; Gehin.

Addition *au Mémoire sur la Théorie des fluides élastiques.*

Par M. de Laplace.

Cette théorie est fondée sur le principe que chaque molécule d'un corps est soumise à l'action de ces trois forces : 1°. l'attraction des molécules environnantes ; 2°. l'attraction du calorique des mêmes molécules ; 3°. la répulsion de son calorique par le calorique de ces molécules. Les deux premières forces tendent à rapprocher les molécules entre elles : la troisième tend à les écarter. Les trois états, *solide*, *liquide* et *gazeux* dépendent de l'efficacité respective de ces forces. Dans l'état solide, la première force est la plus grande : l'influence de la figure des molécules est très-considérable, et elles sont unies dans le sens de leur plus grande attraction. L'accroissement du calorique diminue cette influence, en dilatant les corps ; et lorsque cet accroissement devient tel que cette influence soit très-petite ou nulle, la seconde force prédomine, et le corps prend l'état liquide. Les molécules intérieures sont alors mobiles entre elles, mais leur attraction par le calorique des molécules envi-

ronnantes retient leur ensemble dans le même espace, à l'exception des molécules de la surface, que le calorique enlève sous forme de vapeurs, jusqu'à ce que la pression de ces vapeurs arrête cet effet. Enfin, quand par un accroissement de calorique la troisième force l'emporte sur les deux autres, toutes les molécules du liquide, à l'intérieur comme à la surface, s'écartent entre elles; le liquide prend subitement un volume considérable : il se dissiperait en vapeurs s'il n'était pas fortement contenu par les parois du vase ou du tube qui le renferme. C'est à cet état de gaz très-comprimé, que M. Cagnard-Latour a réduit l'éther, l'alcool et l'eau, dans les expériences curieuses qu'il vient de communiquer à l'Académie des Sciences. Dans cet état, les deux premières forces sont encore sensibles; mais si, par la diminution de pression, ce gaz comprimé prend un volume tel, que sa densité soit du même ordre que la densité de l'air, les deux premières forces deviennent insensibles : les molécules ne sont plus soumises sensiblement qu'à la force répulsive de leur calorique; et elles obéissent aux lois de Mariote et de M. Gay-Lussac, lois dont elles s'écartent dans l'état de gaz très-comprimé, comme il résulte des expériences citées. En suivant, par de semblables expériences faites avec une grande précision, les rapports entre la pression, la température et le volume, on verra comment ils approchent, de plus en plus, des lois générales des fluides aériformes.

MÉMOIRE

Sur l'Action qu'exerce le globe terrestre sur une portion mobile du circuit voltaïque.

Par M. de La Rive fils.

(Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève le 4 septembre 1822.)

(Tiré de la *Bibliothèque universelle*. Septembte 1822.)

Parmi les nombreuses et intéressantes recherches de M. Ampère dans la nouvelle branche de la physique, à laquelle a donné naissance la découverte de M. Œrsted, une des plus remarquables est sans doute l'influence que ce savant physicien a trouvé être exercée par le globe sur une portion mobile de courant électrique.

Amené, par une suite de ses vues théoriques, à reconnaître cette action, M. Ampère a fait, à ce sujet, deux expériences principales.

La première consiste dans la direction constante qu'affecte un fil métallique plié en rectangle ou en cercle, quand il est placé dans le circuit voltaïque; cette direction est telle que le plan de ce rectangle ou de ce cercle qui ne peut tourner qu'autour de la verticale passant par son point de suspension et son centre de gravité, vient toujours se placer de manière qu'il soit perpendiculaire au méridien magnétique, et que le courant soit dirigé de l'est à l'ouest, dans sa partie inférieure. L'auteur de cette expérience, en la comparant à celle où le même

rectangle est amené, par des courans électriques situés au-dessous de lui, dans une position telle que leur direction soit parallèle à celle du courant de ce rectangle dans sa partie inférieure, en conclut l'existence sur le globe terrestre de pareils courans dirigés de l'est à l'ouest, parallèlement à l'équateur magnétique (1).

La seconde expérience de M. Ampère, qui est consignée dans son dernier Mémoire (2), démontre un nouveau genre d'action résultant toujours de l'influence du globe sur une portion mobile du courant voltaïque. Un fil métallique plié en fer à cheval est suspendu par une pointe fixée au milieu de sa partie horizontale. L'appareil est disposé de manière que le courant, arrivant par le point de suspension, se déverse dans les deux branches horizontales situées de chaque côté de ce point, et redescend par conséquent, dans le même sens, dans chacune des branches verticales. Alors le plan du fer à cheval prend un mouvement continu de rotation, qui ne s'arrête que lorsqu'on fait cesser le courant, et dont le sens varie quand on change celui du courant. M. Ampère, en n'attribuant cette action, dans le Mémoire cité ci-dessus, qu'aux deux branches verticales qui se trouvent dans l'appareil, l'explique encore dans l'hypothèse d'un courant électrique dirigé sur le globe de l'est à l'ouest.

Avant de passer à l'examen de quelques expériences

---

(1) *Voyez* le premier Mémoire de M. Ampère et le § 18, p. 22 de l'*Exposé des nouvelles découvertes sur le magnétisme et l'électricité*, par MM. Ampère et Babinet.

(2) Voyez *Bibl. univ.* Sciences et Arts, juillet 1822, et *Annales de Chimie et de Physique*, mai 1822.

que j'ai faites sur ce sujet, je décrirai sommairement l'appareil dont j'ai fait usage.

Il se compose (fig. 1) de deux plateaux circulaires de bois, l'un ABCD, de $0^m,406$; l'autre *abcd* de $0^m,364$ de diamètre. A leur bord, est creusée une rainure de $0^m,013$ de profondeur, de $0^m,040$ pour le premier, et de $0^m,027$ pour le second, de largeur; chacun de ces deux canaux circulaires destinés à recevoir du mercure (1) est séparé en deux compartimens égaux, par deux cloisons A, C, et *a*, *c*, qui peuvent s'adapter ou se supprimer à volonté, ou bien, si on le trouve plus commode, qui sont moins hautes que les parois latérales des deux canaux, de manière que le mercure des deux compartimens puisse se réunir, et ne former qu'un seul canal lorsqu'on en met suffisamment. Le plus petit des deux plateaux est soutenu à $0^m,487$ au-dessus du plus grand, au moyen d'un pied solide EFGH, qui se replie en retraite en FG pour laisser l'espace libre dans la direction de la verticale qui joint les centres des deux plateaux. Il faut de plus que les quatre cloisons A, C, *a*, *c*, qui sont deux à deux situées sur le même dia-

---

(1) On peut employer, au lieu de plateau de bois, des plats de terre de pipe de même grandeur et terminés par un canal semblable; on obtient par là l'avantage de pouvoir mettre sur la surface du mercure une couche d'eau acidulée qui facilite le mouvement des pointes métalliques plongeant dans le mercure, et fait qu'on a besoin par conséquent d'une pile galvanique un peu moins forte que dans le cas des plateaux de bois, où il faut un courant d'une énergie très-intense.

mètre, se trouvent sur le même plan vertical qui passe par la partie horizontale FG du pied. Au centre O du plateau supérieur est un écrou enfoncé de sept ou huit millim. au-dessous de la surface de ce plateau, auquel on peut visser tantôt une pointe *x*, pour y placer une chappe, tantôt un godet *y*, pour y mettre une pointe; cet écrou est adapté à l'extrémité d'un conducteur OIKLM, qui descend le long du pied, et vient en M plonger dans une capsule pleine de mercure; ce conducteur est interrompu en L, afin que l'on puisse incliner le plateau supérieur au moyen d'une charnière qui se trouve en F, ce qui sert à verser le mercure que l'on met dans le canal supérieur *abcd;* mais on remédie à cette interruption au moyen d'une capsule pleine de mercure, qui joint métalliquement les deux bouts du conducteur interrompu. Un autre conducteur partant en P du canal supérieur *abc*, vient en Q descendre le long du pied, parallèlement au premier en RSTU, et plonger en N dans une capsule pleine de mercure; il est interrompu, comme le précédent, en T, et on remédie à cette interruption de la même manière. Chacun des compartimens du canal inférieur est muni d'une petite lame de platine qui plonge dans une capsule pleine de mercure en se recourbant en V et W : par là, on peut établir la communication entre le mercure des deux canaux sans y plonger directement les fils venant des deux poles de la pile, ce qui l'agite et le salit. Trois vis X, Y, Z, qui soutiennent le plateau inférieur, servent à mettre de niveau l'appareil qu'on doit avoir soin de placer toujours, dans les expériences, de manière que le plan vertical qui passe par les quatre cloisons ne se trouve jamais être celui du méridien

ou de l'équateur magnétique, afin qu'il n'y ait point d'obstacle dans les directions importantes du sud au nord, et de l'est à l'ouest.

Mon père avait observé, il y a quelque temps (1), que si, au rectangle de M. Ampère, qui se dirige constamment quand il est placé dans le circuit voltaïque, on supprime la partie inférieure, toutes les autres conditions restant les mêmes, cette suppression ne changeait point le résultat de l'expérience, et que le rectangle diminué d'un côté se dirigeait absolument comme le rectangle entier.

Un fil de laiton *fghik* (fig. 2), plié en fer à cheval, est supendu sur le godet *y* fixé en O de la fig. 1, par une pointe *h* placée au milieu de sa partie horizontale *gi* : ses deux branches verticales terminées chacune par un fil de platine *fe* et *kl*, plongent légèrement dans le mercure de chacun des compartimens du plateau inférieur ABCD (2). Aussitôt qu'on met cet appareil dans le circuit voltaïque, en plaçant les poles de la pile dans les capsules V et W, il se fixe de manière que son plan soit perpendiculaire au méridien magnétique, et que le courant soit dirigé de l'ouest à l'est, dans la partie horizontale unique et supérieure dans ce cas, et par conséquent soit ascendant dans la branche verticale située à l'ouest, descendant dans celle située à l'est. Si l'on renverse la direction du courant, l'appareil quitte sa position et se meut indif-

---

(1) *Voyez* la lettre du prof. de La Rive à M. Arago, *Annales de Chimie*, juillet 1822.

(2) Dans cette expérience, le plateau supérieur n'est d'aucune utilité.

féremment dans un sens ou dans un autre, pour, après avoir décrit 180°, venir se placer comme il l'était auparavant; mais les deux cloisons A et C l'empêchent de compléter son tour, et il s'arrête contre l'obstacle qui se présente à lui. On le fait revenir de nouveau à sa première position stable, en changeant de place les poles.

Les courans qui, dans cette expérience, s'établissent dans le mercure, n'influent point sur le phénomène, et ce métal ne sert que de conducteur, ce dont on peut s'assurer facilement en plaçant les deux poles dans le mercure, à quelque endroit des deux canaux ABC et ADC que l'on veuille, sans que ce changement produise la moindre différence, dans le résultat de l'expérience. La même observation s'applique à toutes les expériences subséquentes, dans lesquelles le mercure a été employé comme conducteur.

Le fait que je viens de citer semblait indiquer que l'existence de toutes les portions du rectangle n'était pas nécessaire pour qu'il se dirigeât, et que par conséquent il devait y avoir des parties de l'appareil qui, étant indispensables, produisaient l'effet obtenu, et d'autres qui n'y contribuaient point.

Pour reconnaître les unes et les autres, je continuai d'enlever au rectangle successivement ses côtés les uns après les autres.

Après avoir d'abord ôté la partie inférieure, je supprimai au contraire la supérieure. Un tube de verre assez mince *nt* (fig. 3) est terminé par deux fils verticaux *nm* et *tu* réunis inférieurement par un horizontal. Ce rectangle est fixé sur le godet fixé en O de la fig. 1 par une pointe *o* placée au milieu du tube de verre. Les extré-

mités supérieures des fils verticaux communiquent chacune à un fil de platine *npq* et *trs* qui, en se recourbant de quelques millim., plonge dans le mercure du canal supérieur *abc* et *adc* qui lui correspond (1). En plaçant les poles chacun dans un de ces canaux, l'appareil, mis ainsi dans le circuit voltaïque, se dirige comme le précédent, c'est-à-dire, de manière que son plan soit perpendiculaire au méridien magnétique; mais, dans ce cas, le courant est dirigé dans la partie horizontale, ici inférieure, de l'est à l'ouest, et par conséquent, comme dans les deux autres expériences, de bas en haut dans le fil vertical à l'ouest, de haut en bas dans celui à l'est.

Il faut avoir soin que les portions horizontales *np* et *rt*, et verticales *pq* et *rs* de platine qui établissent la communication supérieurement, soient très-petites pour que l'expérience soit plus concluante. En les faisant varier de grandeur depuis $0^m,027$ jusqu'à $0^m,007$, l'égale réussite de l'expérience précédente et des expériences suivantes analogues m'a prouvé que, dans tous les cas, leur influence était nulle.

En comparant entre elles les trois expériences faites sur la direction donnée par l'influence de la terre à une portion mobile de courant voltaïque, celle où le rectangle est entier, et les deux, où tantôt la portion inférieure, tantôt la supérieure sont supprimées, on re-

---

(1) On voit, dans cette expérience, la nécessité du pied en retraite en GF de la fig. 1, pour que la partie horizontale *mu* de l'appareil fig. 3 n'empêche pas ce rectangle de se mouvoir.

marque que le phénomène reste toujours le même, quoique l'on voie le sens du courant changer dans la partie horizontale; mais qu'à la vérité, ce sens reste constant dans les branches verticales. Ne pourrait-on pas en conclure que les courans horizontaux n'exercent aucune influence dans le phénomène, et qu'il est uniquement dû aux deux verticaux ?

Pour confirmer la vérité de cette hypothèse, on n'a qu'à supprimer au rectangle à la fois la portion supérieure et la portion inférieure, remplacer la première par un tube de verre *nt* (fig. 4), au milieu duquel est fixée une pointe *o*, et terminer les deux fils verticaux par deux pointes de platine en *m* et en *n*, plongeant chacune dans le compartiment du canal inférieur qui lui correspond; la partie supérieure de ces mêmes fils verticaux communique, comme dans l'expérience précédente, chacune avec le canal supérieur de mercure qui lui correspond, au moyen d'un fil de platine. Après avoir eu soin de faire communiquer ensemble par un conducteur les deux compartimens du canal supérieur, on voit, en plaçant les poles de la pile dans les capsules V et W, l'appareil, mis dans le circuit voltaïque, prendre la même direction que les appareils semblables dans les expériences précédentes.

En un mot, le plan de deux fils verticaux qui peuvent tourner autour d'un axe commun se place perpendiculairement au méridien magnétique lorsque les deux fils sont traversés chacun par le courant en sens contraire; de plus il se fixe dans une position telle que le courant soit ascendant dans le fil à l'ouest, descendant dans celui à l'est. Si on intervertit le sens du courant, l'appareil

quitte sa place, et tournant indifféremment, comme dans les autres expériences soit dans un sens, soit dans un autre, il vient s'appuyer contre les cloisons qui l'empêchent de décrire 180°, pour se placer dans la position où il reste stable.

En examinant cette dernière expérience, abstraction faite de toute autre, ne semble-t-elle pas consister en ce que, dans un semblable appareil, un fil vertical seul se place à l'est lorsque son courant est descendant, à l'ouest lorsqu'il est ascendant? On peut, pour vérifier cette idée, mettre un des poles de la pile dans le canal supérieur *abc*, et l'autre dans le canal inférieur ABC correspondant; par cette disposition, un seul des deux fils verticaux se trouve dans le circuit voltaïque, et son influence fait placer l'appareil comme dans l'expérience précédente, le fil lui-même se dirigeant à l'est si le courant est descendant, à l'ouest s'il est ascendant.

Pour bien faire cette dernière expérience qui est importante, puisqu'elle démontre une action exercée par l'influence du globe sur un seul courant rectiligne et vertical, on peut se servir de l'appareil (fig. 5), qui est le même que le précédent, si ce n'est qu'on substitue à une des branches verticales un contre-poids *s* qui fait équilibre à la branche restante. Si l'on réunit alors en un seul canal circulaire les deux compartimens inférieurs et qu'on en fasse autant pour les supérieurs, la branche verticale pourra décrire une circonférence entière. On la voit en effet, dès qu'elle est mise dans le circuit voltaïque, ce qu'on fait en plaçant les poles de la pile dans les capsules V ou W et dans la capsule N, se fixer de manière que le plan qui passe par elle et l'axe autour duquel elle

tourne soit perpendiculaire au méridien magnétique, et se placer elle-même à l'est si son courant est descendant, à l'ouest s'il est ascendant. Quand elle est fixée à l'une ou à l'autre de ces positions, en changeant les poles de face, on la voit faire 180° indifféremment dans un sens ou dans un autre, pour prendre une autre position stable, dans laquelle elle reste après quelques oscillations.

Ce dernier fait est le plus simple de tous ceux que j'ai examinés jusqu'à présent, puisque l'action du globe ne s'exerce ici que sur un seul courant rectiligne; il est en même temps le plus général, puisqu'en l'admettant on peut rendre raison de tous ces faits eux-mêmes relatifs à la direction donnée constamment à un courant mobile par la seule influence de la terre.

En partant de ce dernier fait, que pourra-t-on conclure sur ce qui se passera quand le courant voltaïque parcourra dans le même sens les deux branches verticales de l'appareil (fig. 4). Ces deux portions de courant tendant à la fois toutes les deux à l'est, ou toutes les deux à l'ouest, il en résultera que l'appareil, ne prenant aucun mouvement, sera indifférent à toute position. C'est ce qu'on peut vérifier en plaçant la pointe *o* de l'appareil (fig. 4) sur le godet *y* vissé en O (fig. 1), et en mettant l'un des poles de la pile dans la capsule W, et l'autre dans le mercure du canal *adc* supérieur, après avoir eu soin en outre de faire communiquer entre elles, par un conducteur, les capsules V et N. Par cette disposition, le courant est ascendant ou descendant à la fois dans les deux branches de l'appareil, et celui-ci reste immobile et indifférent à toute position.

Cette dernière expérience semble d'abord contradic-

toire avec celle de M. Ampère, d'après laquelle ce savant conclut qu'un courant vertical, ou deux verticaux liés ensemble et dirigés dans le même sens, prennent un mouvement continu de rotation autour de leur axe. On peut facilement répéter cette expérience en plaçant la pointe *h* de l'appareil *fg hik* (fig. 2) sur le godet fixé en O (fig. 1), dans lequel on met une bulle de mercure, et en réunissant en un seul canal les deux compartimens ABC ADC, où plongent les extrémités *fe* et *kl* de platine des deux branches verticales. Si l'on met le pole positif dans la capsule M, et le pole négatif dans une des capsules V ou W, le courant, montant jusqu'au godet placé en O, se déverse là dans les deux branches horizontales *hg* et *hi*, qu'il parcourt par conséquent en sens contraire, et redescend dans le même sens dans les deux verticales. Le plan du fer à cheval prend aussitôt un mouvement continu de rotation, dont on fait varier le sens en changeant celui du courant.

La grande différence entre cette expérience et la précédente consiste en ce que, dans celle de M. Ampère, il y a, outre les deux courans verticaux dirigés dans le même sens, deux courans horizontaux partant du centre et dirigés chacun dans un sens différent, et ne semblerait-il pas que c'est à ces courans que doit être attribuée la rotation, puisque, lorsqu'ils n'existent pas et qu'on se borne aux verticaux, il n'y a point de mouvement ?

Pour s'en assurer, il devenait nécessaire d'étudier l'espèce d'action qu'exerce le globe sur un courant horizontal.

C'est sur un pareil courant que M. Ampère avait reconnu d'abord, en 1820 (1), l'influence du globe terrestre, en

(1) *Ann. de Ch. et de Ph.*, t. xv, p. 183, fig. 19-23.

voyant, dans son appareil destiné à démontrer l'attraction ou la répulsion de deux courans parallèles, que le fil horizontal mobile, lorsqu'il était seul dans le circuit voltaïque, s'avançait parallèlement à lui-même, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, suivant celui du courant, et cela de même dans tous les azimuths. M. Faraday, dans un Mémoire publié depuis peu (1), dans lequel il ajoute de nouveaux faits à ceux dont la physique lui est déjà redevable, consigne la même expérience. En suspendant à un fil de soie très-long un fil métallique horizontal, dont les deux extrémités, recourbées légèrement, plongent chacune dans un baquet de mercure, il a vu ce fil, quand il est mis dans le circuit voltaïque, s'avancer comme s'il était tiré par des forces parallèles et égales dans toute sa longueur. Le phénomène avait lieu de la même manière, dans quelque direction que fût placé le conducteur horizontal, soit qu'il fût dans celle de l'ouest à l'est, soit dans celle du nord au sud, soit dans toute autre intermédiaire; mais il s'avançait dans un sens contraire si la direction du courant changeait. Il suit de là qu'un courant horizontal ne pouvant tourner qu'autour d'un point de suspension, fixé au milieu de sa longueur, n'aura aucun mouvement, puisque ce point de suspension résiste aux forces parallèles qui tirent le courant dans le même sens dans toute sa longueur, c'est ce qu'en effet l'expérience confirme.

Mais si, au lieu de mettre le point fixe au milieu du courant, on le met au bout, alors le fil conducteur, tiré par des forces parallèles, tournera autour du point fixe,

---

(1) Ce Mémoire, qui n'a pas été traduit, se trouve *Quarterly Journal of Sciences et Arts*, vol. XII, p. 416, art. 5.

et comme ces forces se renouvellent à chaque position du fil, il acquerra un mouvement de rotation continu ; c'est ce qui arrive en effet, comme on peut s'en assurer, en plaçant la chappe *o* d'un fil horizontal *np* (fig. 6) sur une pointe qu'on visse à l'écrou O, au lieu du godet ; par ses extrémités de platine *nm* et *pq*, le fil plonge dans chacun des compartimens du canal supérieur ; et en ne faisant traverser le courant qu'à la moitié du fil, ce qu'on fait en mettant les poles de la pile dans les capsules M et N, cette moitié prend un mouvement continu de rotation autour du point O, soit dans un sens, soit dans un autre, suivant la direction du courant ; mais ce mouvement se trouve interrompu par les cloisons *a* et *c*. On peut les supprimer, et comme, dans ce cas, le courant arrivant toujours par le point de suspension, parcourt chaque moitié du fil horizontal dans un sens différent, l'action de rotation exercée sur chacune de ces moitiés s'ajoute et ne se détruit pas, comme dans le cas où le courant traverse les deux moitiés dans le même sens. Le fil tourne alors d'un mouvement continu autour du point O, et l'on fait varier le sens de cette rotation en changeant celui du courant. Cette expérience est absolument la même que celle de M. Ampère, excepté que dans celle-ci il y a deux branches verticales traversées par le courant dans le même sens ; mais comme elles sont indifférentes à toute position, l'effet des branches horizontales subsiste seul et tout entier pour faire tourner l'appareil autour de son axe (1).

---

(1) M. Ampère, ayant répété ses expériences pendant son séjour à Genève, a supprimé en effet les parties verticales de

M. Faraday avait obtenu le même mouvement de rotation en faisant passer le courant dans un fil incliné d'un angle assez grand sur un axe vertical, autour duquel il était libre de décrire un cône; l'extrémité inférieure du fil plongeait dans un baquet de mercure pour que la communication galvanique eût lieu. Ce fil, de même que l'horizontal, tournait comme tiré par des forces parallèles, tantôt dans un sens tantôt dans un autre, suivant la direction du courant (1).

Maintenant que l'espèce d'action qu'exerce la terre sur un courant horizontal est bien reconnue, on peut se servir, pour démontrer cette même action sur un courant vertical, d'un appareil plus commode que celui employé ci-dessus. Un godet en bois *hi* (fig. 7) est placé au centre d'un plateau de bois soutenu par trois vis qui le mettent de niveau. Du centre de ce godet part un tube de verre qui contient une tige métallique; sortant en *c* du tube, elle se termine supérieurement par un godet en acier. Un fil de laiton, portant une pointe en *d* qui plonge dans le godet, se termine d'un côté par un contre-poids, et de l'autre se plie en *efg* jusqu'en *g*, où est un anneau libre de tourner autour du tube de verre, et auquel est fixée une pointe de platine verticale qui plonge dans le godet de bois. Deux conducteurs, l'un *ba* partant de l'extré-

---

son appareil de rotation représenté dans la fig. 1 de son Mémoire (*Annales de Chimie*, mai 1822, et *Bibl. univ.* Sc. et Arts, juillet 1822), et l'ayant borné aux deux branches horizontales, l'action de la terre s'est exercée de la même manière sur lui.

(1) *Voyez* le Mémoire de M. Faraday, cité à la page 38.

mité inférieure de la tige verticale, l'autre *kl* partant de l'intérieur du godet *hi*, sont fixés parallèlement l'un à l'autre jusqu'en *a* et en *l*, où ils plongent chacun dans une capsule pleine de mercure. Si, après avoir eu soin de mettre du mercure dans le godet de bois *hi*, et dans celui d'acier en *d*, on place les poles de la pile dans les capsules *a* et *l*, le courant partant de *a*, par exemple, monte dans la tige *bcd*, parcourt ensuite *de*, redescend en *ef*, et vient par *fg* dans le mercure de la capsule *hi*, d'où il rejoint par *kl* le pôle négatif en *l*. Par cette disposition, les deux portions égales et horizontales *ed* et *fg* sont parcourues par le même courant dans un sens différent; elles tendent donc à tourner chacune avec la même force dans un sens différent autour de l'axe *bd*; par conséquent leur effet se neutralise, et c'est l'influence de la seule portion verticale *ef* qui décide du mouvement de l'appareil, lequel se place toujours conformément à l'action que nous avons vue ci-dessus être exercée par le globe sur un seul courant vertical.

En résumé, tous les phénomènes connus jusqu'à présent (1), et relatifs à l'influence qu'exerce le globe terrestre sur une portion mobile de circuit voltaïque, peuvent se réduire à ces deux faits, les plus simples et les plus généraux.

---

(1) Je n'entends pas seulement ici les faits dont j'ai fait mention dans ce Mémoire; mais on peut aussi, en admettant les mêmes faits généraux, expliquer tout ce qui est relatif à ce genre d'action, et entre autres, pourquoi certains appareils que M. Ampère a construits, pour avoir des courans indifférens à l'action du globe, se trouvent en effet complètement soustraits à cette action.

Le premier : *Un courant vertical qui ne peut se mouvoir qu'autour d'un axe vertical, tend à se placer de manière que le plan qui l'unit à son axe soit perpendiculaire au méridien magnétique, et à se fixer lui-même à l'ouest s'il est ascendant, à l'est s'il est descendant.*

Le second : *Un courant horizontal tend à se mouvoir, dans toutes les positions où il se trouve parallèlement à lui-même dans un sens ou dans un autre, suivant que sa direction varie.*

Il faudrait actuellement, pour lier ces deux faits, les rattacher à la même cause, ou du moins les rapporter à un fait encore plus général qui les comprît tous deux; mais ce travail est au-dessus de mes forces; et d'ailleurs c'est au savant physicien qui honore cette Société de sa présence à nous montrer jusqu'à quel point ils peuvent se concilier avec son hypothèse ingénieuse, d'une ceinture de courans électriques dirigés sur notre globe de l'est à l'ouest vers l'équateur magnétique.

M. Ampère, après avoir reconnu qu'on peut ramener en effet tous les phénomènes relatifs à l'action de la terre sur les courans électriques, aux deux faits généraux que j'ai mentionnés ci-dessus, a montré, par une explication orale, comment ils sont une suite nécessaire de son hypothèse des courans électriques sur le globe, dirigés de l'est à l'ouest. N'ayant pas eu le temps, pendant son séjour à Genève, de rédiger cette explication, il m'en a chargé afin qu'elle suivît immédiatement les faits auxquels elle se rapporte (1).

---

(1) Comme cette explication des idées de M. Ampère, telle qu'elle se trouve dans le Mémoire de M. de La Rive

Le principe sur lequel repose l'explication de toutes les espèces d'actions qu'exercent entr'eux des courans dont les directions formant des angles, est celui de la décomposition d'une portion très-petite de courant, en deux ou trois autres portions aussi très-petites et perpendiculaires entre elles, décomposition semblable à celles des forces dans la statique. Ce principe est fondé sur le fait, qu'un conducteur sinueux, de quelque forme qu'il soit, exerce sur un courant rectiligne absolument la même action qu'un autre conducteur rectiligne parallèle au plan du sinueux, de même longueur que lui, et traversé par le même courant. Si l'on suppose le plan du conducteur sinueux, et les deux conducteurs rectilignes placés verticalement, en décomposant chaque petite portion du courant sinueux en deux, dont l'une soit verticale et l'autre horizontale, la somme des parties verticales forme le conducteur rectiligne; par conséquent ce sont ces parties seules qui agissent dans ce cas, et l'effet des parties horizontales se détruit par leur action mutuelle.

En partant donc du principe de la décomposition des petites portions de courant, et du fait reconnu de l'attraction et de la répulsion de deux courans parallèles suivant le sens de leur direction, on arrive à la conclusion

---

fils, écrite avec autant de clarté que de précision, ne l'a été que d'après une simple conversation et sans que l'auteur connût le travail de M. Ampère communiqué à l'Académie des Sciences, dans les séances du 10 et du 24 juin 1822, et qui n'a été publié que depuis peu dans le Cahier d'août 1822 des *Annales*, nous avons cru pouvoir y faire quelques additions et corrections qui nous ont été proposées par M. Ampère.

générale qu'il *y a attraction entre deux courans dont les directions forment un angle toutes les fois qu'ils sont dirigés de manière qu'ils se rapprochent ou s'éloignent tous les deux du sommet de cet angle, et qu'il y a répulsion entr'eux lorsque l'un des courans s'éloigne du sommet et que l'autre s'en approche.* On peut en dire autant de deux courans situés dans l'espace et non sur le même plan; mais, dans ce cas, il faut remplacer le sommet de l'angle par la perpendiculaire qui mesure leur plus courte distance.

Soient AB et AC (fig. 8) deux portions de courans, qui forment entr'elles un angle droit, par exemple, et dont les directions aillent en s'éloignant du sommet A. Prenons sur ces directions deux petites portions mn et pq; nous pourrons les remplacer, mn par deux perpendiculaires mk et kn, qui forment les deux côtés d'un rectangle, dont mn serait la diagonale, et de même pq par deux perpendiculaires pl et lq. L'effet mutuel des portions mk et pl, dont les courans sont dirigés dans le même sens, est une attraction. M. Ampère, dans une note qu'il a lue à l'Académie royale des Sciences le 24 juin dernier, a déduit des formules qu'il avait données dans un Mémoire lu à la même Académie le 10 juin, que l'action mutuelle des deux petites portions kn, lq est aussi attractive, et ce résultat théorique s'est trouvé confirmé par la première des deux expériences nouvelles qui seront décrites à la fin de ce Mémoire (1); enfin, le

(1) Cette expérience prouve directement qu'il y a répulsion entre deux portions de courans électriques dirigés dans le même sens suivant une même droite; mais comme, en

même physicien a montré, dans les notes qu'il a jointes à une notice lue à l'Académie royale des Sciences le 8 avril 1822, que les actions qu'on regarderait comme s'exerçant entre *mk* et *lq*, et entre *pl* et *kn*, sont nécessairement nulles; il suit de là, que, quelles que soient les distances A*m*, A*p*, l'action des deux petites portions *mn*, et *pq*, qui, d'après le principe que nous venons de rappeler, doit être égale à la somme de ces quatre actions, est toujours attractive. En examinant de même l'action de chacune des petites parties d'un même courant sur toutes les portions infiniment petites de l'autre, on verra qu'il en résulte une action totale qui est une attraction. On obtiendrait le même résultat si les courans allaient dans AB et AC, en se portant tous deux vers le sommet A, et un résultat contraire, c'est-à-dire une répulsion, si l'un des courans était dirigé de manière à s'approcher de A, et l'autre de manière à s'en éloigner, ce dont on peut s'assurer par une décomposition analogue à celle qui vient d'être faite.

Je suppose actuellement qu'on cherche à déterminer quelle sera l'action exercée par un courant horizontal EO (fig. 9) sur un courant vertical AB, situé au-dessus de EO et derrière lui. Je mène la perpendiculaire PQ qui mesure la plus courte distance entre EO et le prolongement de AB, et je suppose le courant dirigé de E en O

---

renversant le sens d'un des courans sans rien changer à l'autre, l'attraction se change en répulsion et réciproquement, il s'ensuit qu'il y a nécessairement attraction entre deux portions de courans, qui, telles que *kn* et *ql*, sont dirigées en sens contraire suivant une même droite.

dans EO, et de B en A dans AB, en sorte que celui-ci aille en s'approchant de EO. En prenant sur EO, à égale distance du point Q, deux petites portions *mn* et *pq*, on voit que la portion *mn* exerce sur la portion *rs* du courant vertical AB une répulsion, puisque le courant dans *mn* s'éloigne de PQ, et s'en approche dans *rs*; cette répulsion s'exerce suivant la droite *kt*, qui passe par les milieux des deux petites portions, et on peut prendre sur le prolongement de *kt* une droite *tu* qui exprime cette répulsion, en une force qui tire *rs* suivant *tu*; de même la portion *pq* exerce suivant *lt* une attraction sur *rs* égale à la répulsion, puisque les deux courans *mn* et *pq* sont à égale distance de *rs* et de la même intensité, attraction qui peut s'exprimer par la droite *ty* égale à *tu*. La résultante *tx* (1) sera donc la diagonale d'un losange, et par conséquent parallèle à EO, à cause de l'égalité des obliques *kt* et *lt*, etc. Chaque partie du courant AB sera de même sollicitée par une force parallèle à EO, et il sera par conséquent tiré tout entier vers le côté E, d'où vient le courant de EO. Mais si ce courant, tiré par des forces parallèles à EO, ne peut se mouvoir qu'autour d'un axe vertical comme lui, il se placera de manière que son plan soit parallèle au plan vertical passant par EO, et qu'il soit lui-même du côté de E. Si le courant, au lieu d'être dirigé de B en A, l'était de A en B, il se placerait alors du côté O, vers lequel se porte le courant de EO, le plan qui l'unit à son axe

(1) Les directions des forces sont marquées dans la fig. 9 par des flèches sans plumes pour les distinguer des directions des courans.

étant toujours parallèle au plan vertical qui passe par EO.

Si l'on examine l'action d'un courant horizontal EO dirigé de E en O sur un autre courant horizontal AB dirigé de A en B (fig. 10), et situé au-dessus du premier, et derrière lui, on sera conduit aux conclusions suivantes :

1°. Si AB est placé (n° 1) parallèlement à EO, le courant étant dirigé dans le même sens que dans EO, il y a attraction, et AB, qui est mobile, doit s'avancer parallèlement à lui-même, vers EO.

2°. S'il est placé (n° 2) toujours horizontal, de manière à être perpendiculaire au plan vertical qui passe par EO, le courant allant en s'approchant de EO, il s'avancera parallèlement à lui-même vers E, par la même raison que le courant vertical (fig. 9) s'avance vers E, comme on peut s'en assurer par une démonstration semblable.

3°. S'il est placé (n° 3) parallèlement à EO, mais le courant étant dirigé en sens contraire, il y aura répulsion, et AB s'avancera parallèlement à lui-même en s'éloignant de EO.

4°. S'il est placé (n° 4) comme dans le (n° 2), mais le courant étant dirigé de manière à s'éloigner de EO au lieu de s'en approcher, il s'avancera vers O parallèlement à lui-même,

Un observateur placé en C verrait par conséquent le courant horizontal AB s'avancer vers lui dans les quatre positions que je viens de lui donner, et de même par conséquent dans toutes les positions intermédiaires, ce dont on peut s'assurer facilement (1).

---

(1) En généralisant ces considérations, on parvient aisément à ce résultat :

Le courant AB étant successivement situé sur les différens

Si le courant mobile AB était assujetti à tourner autour d'un axe horizontal comme lui, il se placerait dans les n°s 1 et 3, de manière qu'il se trouvât dans un même plan avec cet axe et le courant EO, et qu'il fût situé entre EO et l'axe, quand sa direction serait celle qui est représentée n° 1, et du côté de l'axe opposé à EO, quand il serait dirigé comme on le voit n° 3; dans les autres azimuths, AB prendrait des positions qu'on pourrait facilement calculer.

L'action qu'exerce le courant fixe EO sur des courans mobiles, soit verticaux, soit horizontaux, se trouve être absolument la même que celle qu'exerce le globe terrestre sur de pareils courans; par conséquent cette dernière peut être attribuée à des courans électriques dirigés de l'est à l'ouest sur le globe, mais d'une intensité beaucoup plus considérable vers l'équateur magnétique, de manière que l'on puisse remplacer le courant EO des fig. 9 et 10 par un courant dirigé de l'est à l'ouest dans cet équateur, et qui produise les effets observés sur les courans mobiles situés dans l'hémisphère septentrional de la surface de la terre.

---

points d'une circonférence décrite autour du point C, et toujours dirigé tangentiellement à cette circonférence, sera, par l'action d'un courant indéfini EO plus éloigné du centre C, porté vers ce centre toutes les fois qu'un observateur qui y serait placé verrait les deux courans se mouvoir autour de lui en sens contraire, l'un de droite à gauche, et l'autre de gauche à droite, et il tendra, par la même action, à s'éloigner de ce centre, toutes les fois que l'observateur placé en C les verrait au contraire se mouvoir autour de lui dans le même sens.

La supposition du courant dirigé sur le globe de l'est à l'ouest à l'équateur magnétique expliquant les deux faits généraux, rend raison par conséquent de tous les faits particuliers. Il en est un cependant qu'on peut expliquer directement, c'est celui de la rotation continue autour d'un point fixe d'un courant, soit horizontal, soit un peu incliné; rotation semblable à celle d'une aiguille de montre autour de son cadran. Soit AB (fig. 11) un fil horizontal, placé d'abord parallèlement à EO, et dont le courant aille de A en B dans la même direction que celui de EO; AB attiré se place dans sa seconde position AB′, où son courant est descendant; poussé alors vers E, comme on l'a vu, il se place en AB″ parallèlement à EO; le courant étant dirigé dans un sens contraire à celui de EO, il est repoussé et se place en AB‴; dans cette position, le courant se trouve ascendant, il est poussé vers O et il vient se replacer en AB, d'où on l'a supposé partir, et il continue ainsi de suite à tourner autour du point fixe A, en sens contraire de la direction du courant EO, quand le courant mobile AB va en s'éloignant du point A, autour duquel il tourne. Son mouvement continu de rotation aurait lieu dans le sens de la direction du courant EO, si le courant qui parcourt la ligne AB allait, au contraire, en s'approchant du point A.

Pendant son séjour à Genève, M. Ampère, ayant eu l'occasion de faire quelques expériences nouvelles, a desiré que j'en consignasse deux principales et importantes à la suite de ce Mémoire.

La première est une confirmation des vues théoriques de M. Ampère, qui, par une suite de sa formule, avait

été conduit à conclure que deux portions de courant dirigées dans le même sens le long de la même droite, doivent se repousser, ou que toutes les portions d'un même courant doivent se repousser les unes les autres.

En effet, sur un plat ABCD (fig. 12), séparé en deux compartimens égaux par la cloison AC, et remplis chacun de mercure, on place un fil de laiton recouvert de soie, dont les branches *qr*, *pn* peuvent flotter sur le mercure parallèlement à la cloison AC. Les extrémités nues *rs*, *nm* plongent dans le mercure. En mettant les poles dans les capsules E et F, on établit deux courans indépendans l'un de l'autre, dont chacun a pour conducteur une partie de mercure et une partie solide : quelle que soit la direction du courant, on voit toujours les deux fils *rq* et *pn* marcher parallèlement à la cloison AC du côté opposé à celui où il arrive, ce qui indique une répulsion pour chaque fil entre le courant établi dans le mercure et son prolongement dans le fil lui-même. Suivant le sens du courant, le mouvement du fil de laiton est plus ou moins facile, parce que, dans un cas, l'action exercée par le globe sur la portion horizontale *qp* s'ajoute à l'effet obtenu, et que dans l'autre, au contraire, elle le diminue et doit en être retranchée.

La seconde expérience consiste dans l'influence qu'éprouve une lame de cuivre pliée en cercle de la part d'une ceinture de forts courans électriques au milieu desquels elle est suspendue, et qui l'entourent sans la toucher. Cette influence, que M. Ampère avait d'abord crue nulle, a été, à Genève, constatée par lui-même d'une manière très-précise. En présentant à un côté de cette lame un

aimant en fer à cheval, très-fort, on l'a vu tantôt s'avancer entre les deux branches de l'aimant, tantôt au contraire en être repoussé, suivant le sens du courant, dans les conducteurs environnans. Cette expérience importante montre donc que les corps qui ne sont pas susceptibles, au moyen de l'influence des courans électriques, d'acquérir une aimantation permanente, comme le sont le fer et l'acier, peuvent du moins acquérir une sorte d'aimantation passagère pendant qu'ils sont sous cette influence (1).

L'ingénieux appareil de l'auteur de ce Mémoire, et le moyen qu'il a employé pour se procurer un conducteur mobile, rectiligne dans presque toute sa longueur, et propre à observer l'action que la terre exerce sur lui, a suggéré à M. Ampère l'idée de deux autres conducteurs, sur lesquels, au contraire, cette action est nulle, et qui peuvent tourner tous les deux autour d'un axe vertical par l'action d'un conducteur fixe rectiligne plusieurs fois redoublé, pour vérifier les conséquences de sa théorie, dont il est question à la fin du Mémoire de M. de La Rive fils.

Dans l'un de ces conducteurs, la partie sur laquelle agit principalement le conducteur fixe rectiligne, reste dans tout son mouvement parallèle à l'axe vertical, en décrivant autour de lui la surface d'un cylindre droit; dans l'autre, la même partie est horizontale, et décrit par

---

(1) L'instrument dont M. Ampère s'est servi pour cette expérience est le même qu'il avait employé lorsqu'il l'essaya au mois de juillet 1820; il a été décrit et figuré dans le *Journal de Physique*.

conséquent la surface d'un cercle dont le plan est perpendiculaire à cet axe. Ces deux conducteurs sont représentés ici (fig. 13 et 14); leurs extrémités sont terminées par des pointes de platine *l* et *v*, destinées à plonger dans le mercure que contiennent deux canaux circulaires de même rayon (1), disposés comme les canaux ABCD, *abcd* (fig. 1) de l'appareil de M. de La Rive fils, à cela près, que le canal supérieur *abcd*, au lieu d'être creusé dans un plateau circulaire porté sur un pied SO qui en occupe inférieurement le centre, l'est dans une couronne attachée par sa circonférence extérieure à une potence, ce qui laisse entièrement libre l'espace vide qui se trouve autour du centre de cette couronne.

Un pied vertical, correspondant au centre des deux canaux, se termine par une coupe un peu moins élevée que le milieu de l'intervalle qui sépare les deux canaux. Cette coupe est garnie à son fond d'un petit plan de verre sur lequel reposent les pointes *k* (fig. 13 et 14) des deux conducteurs mobiles; ce plan de verre rend presque nul le frottement de la pointe, et il n'empêche pas de la faire communiquer quand on le veut avec la coupe, en mettant dans celle-ci une quantité suffisante de mercure. On a soin de souder une autre coupe au bas du pied qui la supporte, pour y faire passer, dans ce cas, le courant électrique.

---

(1) J'ai remarqué que plus ces canaux sont larges, plus l'appareil est mobile, parce que le frottement du mercure contre les bords des canaux en a d'autant moins d'effet sur son mouvement.

On a vu, dans l'addition relative à la théorie de M. Ampère, jointe au Mémoire précédent, que, d'après cette théorie, il faut, pour que les actions exercées par la terre sur les deux portions d'un conducteur mobile tournant autour d'un axe vertical se fassent équilibre quand elles sont égales et à égales distances de cet axe, que dans le cas où ces portions sont horizontales, le courant en parcourt une en s'approchant de l'axe et l'autre en s'en éloignant, et dans le cas où elles sont verticales, que le courant aille en montant dans l'une et en descendant dans l'autre, lorsqu'elles sont du même côté de l'axe, et en montant ou en descendant dans toutes les deux, lorsqu'elles sont placées de deux côtés opposés de cet axe; il est aisé de conclure de là que dans le premier de ces conducteurs, où le fil de cuivre est plié suivant la ligne brisée *lnopqrstuv* (fig. 13), l'action exercée par la terre sera nulle quand les trois portions *ln*, *qr*, *uv*, étant à la même distance de l'axe, la première sera égale à la somme des deux autres; et que dans l'autre conducteur, où le même fil est plié suivant *lmnpqrstuv* (fig. 14), il y aura encore équilibre, pourvu que les deux portions *lm*, *uv*, et les deux portions *np*, *qr* soient égales et à égales distances de l'axe. Ces conditions d'équilibre sont relatives à l'action directrice de la terre sur les portions verticales. Quant à son action sur les portions horizontales pour faire tourner le conducteur mobile toujours dans le même sens, elle est évidemment nulle toutes les fois que la somme de celles de ces portions où le courant va en s'approchant de l'axe, est égale à la somme des portions horizontales où il va en s'en éloignant, c'est-à-dire, toutes les fois que les deux extrémités *l*, *v* (fig. 13 et 14) sont

dans une même verticale, ce qui a lieu dans les deux conducteurs mobiles que nous décrivons ici.

Le conducteur fixe rectiligne, placé dans une direction perpendiculaire au rayon du cercle décrit par le point *l*, et un peu en dehors de ce cercle, n'agira sensiblement que sur la partie verticale *ln* (fig. 15) du premier conducteur, lorsqu'on emploiera ce conducteur, et, quand on se servira du second, que sur sa partie horizontale *mn* (fig. 14), à cause de la petitesse de la portion *lm* dans ce dernier cas, et de la grande distance du conducteur fixe aux autres parties des conducteurs mobiles dans les deux cas. On peut remarquer que le courant allant toujours en montant dans l'une des extrémités du conducteur mobile, et en descendant dans l'autre, et ces deux extrémités étant verticales et situées du même côté de l'axe, on ne troublerait pas l'équilibre entre les actions exercées par la terre, en les diminuant toutes deux d'une même quantité, en sorte que l'équilibre subsiste, quelles que soient les longueurs des portions des pointes de platine *l* et *v* qu'on plonge dans le mercure, pourvu que ces longueurs soient égales.

Il faut avoir soin de joindre aux conducteurs mobiles des contre-poids *w* (fig. 13 et 14) suspendus à des tiges verticales *zw*, tant pour donner aux conducteurs mobiles une stabilité suffisante sur les pointes *k*, que pour obvier à l'inégalité des poids des parties de ces conducteurs qui se trouvent à droite et à gauche du point de suspension; cette inégalité est très-petite dans le conducteur mobile de la fig. 13, mais elle est très-grande dans celui de la fig. 14. C'est pourquoi le contre-poids du conducteur de la fig. 13 est plus rapproché de l'axe que celui du conducteur de la

fig. 14; ce dernier est toujours assez lourd pour que le conducteur soit stable, mais le premier a besoin, pour l'être, que son contre-poids ne se trouve qu'à une petite distance de l'axe. M. Ampère destine ces conducteurs à constater par l'expérience les actions que doit exercer sur eux, d'après les lois des phénomènes électro-dynamiques qu'il a déterminées en 1820, un conducteur fixe rectiligne plusieurs fois redoublé. On a vu, dans le Mémoire précédent, qu'elles consistent en une action directrice sur la partie verticale *ln* du conducteur mobile de la figure 13, qui tend à l'amener dans une position déterminée, et en une action révolutive sur la partie horizontale *mn* du conducteur mobile de la figure 14, dont l'effet est de le faire tourner toujours dans le même sens. M. Ampère se propose aussi d'observer, au moyen de ces deux conducteurs mobiles, l'action répulsive que le courant électrique du mercure du canal inférieur de l'appareil doit exercer sur eux, en faisant arriver le courant dans ce canal par un autre canal rectiligne également plein de mercure, et dirigé, suivant la tangente à la circonférence du premier canal, au point de jonction des deux canaux.

Dans les expériences relatives à l'action du conducteur fixe rectiligne, on peut, après avoir enlevé ce conducteur et fait écouler le mercure du canal supérieur, mettre en communication avec la pile, de la manière indiquée plus haut, le pied sur lequel tournent les conducteurs mobiles; cette communication ayant lieu alors par la pointe *k* d'une part, et par le canal inférieur de l'autre, le courant ne parcourt plus que la moitié inférieure des conducteurs mobiles, la terre agit sur elle, et l'on

voit sur-le-champ que son action est précisément celle qui résulterait du conducteur fixe rectiligne dans le cas où il serait placé au sud de l'appareil, dans une direction perpendiculaire au méridien magnétique, et allant de l'est à l'ouest.

Nous avons reçu, à-peu-près à l'époque où ce Mémoire nous est arrivé, une lettre de M. de La Rive qui en contenait un extrait destiné à être inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, si le Mémoire lui-même ne pouvait y trouver place; mais nous l'avons jugé trop important pour ne pas le donner en entier.

Sur *une très-belle couleur verte.*

Par M. Henri Braconnot.

M. Noel, qui possède une belle manufacture de papiers peints à Nancy, m'a remis, pour en faire l'analyse, une superbe couleur verte qui depuis quelques années est répandue dans le commerce. Il m'a assuré qu'un fabricant de couleurs de Schweinfurt avait seul le secret de la composer pour l'expédier dans les principales villes de l'Europe. Curieux de connaître la nature de ce composé, je l'ai soumis à plusieurs expériences, et j'ai reconnu aisément qu'il était le résultat de la combinaison triple de l'acide arsénieux, du deutoxide de cuivre hydraté et de l'acide acétique. Ainsi sa composition le rapproche du vert de Schéele; mais celui-ci paraît fort sombre en comparaison.

S'il m'a été facile de reconnaître la nature intime de ce beau vert, il n'en a pas été de même lorsque j'ai voulu le recomposer. Cependant, à force de persévérance, j'ai surmonté les principales difficultés qui s'étaient présentées, et je suis arrivé au but que je m'étais proposé d'atteindre.

J'avais d'abord pensé que j'obtiendrais la combinaison triple dont il s'agit en arrosant du vert de Schéele avec du vinaigre distillé, mais le beau vert ne s'est produit ni spontanément ni à l'aide de la chaleur. De tous les moyens que j'ai essayés pour obtenir cette belle couleur, celui qui m'a passablement réussi est le suivant : je fais dissoudre dans une petite quantité d'eau chaude six parties de sulfate de cuivre ; d'une autre part, je fais bouillir dans l'eau six parties d'oxide d'arsenic avec huit parties de potasse du commerce (1), jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique. Je mêle peu à peu de cette dissolution chaude avec la première, en agitant continuellement jusqu'à ce que l'effervescence ait entièrement cessé ; il se forme un précipité d'un jaune verdâtre sale fort abondant : j'y ajoute de l'acide acétique (environ trois parties) (2), ou une quantité telle qu'il y en ait un léger excès sensible à l'odorat après le mélange ; peu à peu le précipité diminue de volume, et, au bout de quelques heures, il se dépose spontanément au fond de la liqueur entièrement décolorée une poudre d'une

---

(1) La potasse dont je me suis servi était d'une médiocre qualité ; elle indiquait 45° à l'alcalimètre de M. Decroizilles.

(2) Trois grammes de cet acide provenant du bois ont dissous 0,45 grammes de carbonate de chaux.

contexture légèrement cristalline et d'un très-beau vert. Je sépare la liqueur surnageante, laquelle, en séjournant trop long-temps sur la couleur, pourrait déposer de l'oxide d'arsenic qui la rendrait plus pâle; je la traite ensuite avec une grande quantité d'eau bouillante pour enlever les dernières portions d'arsenic excédantes à la combinaison.

Il faut avoir soin de ne pas ajouter à la dissolution de sulfate de cuivre un excès d'arsénite de potasse, parce qu'il saturerait en pure perte l'acide acétique qui doit être en léger excès dans le mélange, sans y causer d'effervescence bien apparente; voilà pourquoi, en général, il convient de faire choix d'un arsénite de potasse bien saturé d'arsenic. Il est vrai qu'une partie de l'acide arsénieux reste dans les eaux-mères; mais celles-ci peuvent servir à la préparation du vert de Schéele que l'on emploie communément pour les papiers peints d'une qualité inférieure. Il m'a semblé que lorsqu'on ajoute au mélange, avant que le beau vert se soit manifesté, une petite quantité de ce dernier, il en favorise la production plus promptement, à-peu-près comme un cristal qui attire à lui les molécules salines d'une dissolution qui lui sont analogues.

Nous venons de répéter plus en grand et avec quelques modifications le procédé que je viens d'exposer dans la manufacture de M. Noel; nous nous sommes servis d'un arsénite de potasse qui avait été préparé avec huit parties d'oxide d'arsenic au lieu de six. Les liqueurs étaient concentrées. Quelques heures après le mélange, il s'était formé à la surface une pellicule d'une superbe couleur verte. Nous avons exposé le tout à la chaleur, et

il s'est précipité une poudre lourde que nous avons lavée avec beaucoup d'eau pour la débarrasser d'un grand excès d'arsenic. Le vert que nous avons obtenu était magnifique; plusieurs coloristes non prévenus l'ont jugé plus vigoureux que celui de Schweinfurt. Nous ne l'avions pas encore obtenu si beau.

Quoique j'aie établi des proportions pour préparer cette couleur, je suis loin de penser qu'elles sont invariables; il est même probable que de nouveaux essais apporteront des modifications avantageuses dans la manière de la préparer. Quoi qu'il en soit, j'ai cru rendre service aux arts en faisant connaître une belle couleur dont le prix trop élevé n'avait pas encore permis de l'employer fréquemment.

Nancy, 9 octobre 1822.

Observations *sur la Note de M.* Berthier *insérée dans les* Annales. *XX.* 288.

Par Mr A. Payen.

L'un des moyens indiqués dans cette Note de traiter utilement le sulfate de plomb, consiste à décomposer ce sel par le sous-carbonate d'ammoniaque, et l'on annonce positivement qu'il suffit d'avoir, pour se livrer à cette opération, une fabrique dans laquelle on obtienne des produits ammoniacaux par la décomposition des matières animales; que M. Pluvinet, fabricant de sel ammoniac, a depuis long-temps mis à profit ce procédé.

Il s'en faut bien cependant que le problème soit résolu de cette manière : en effet, il y avait long-temps que je me livrais, de concert avec M. Pluvinet, mon associé, à des recherches de laboratoire sur les moyens de décomposer le sulfate de plomb par le sous-carbonate d'ammoniaque, et surtout de mettre le produit de cette décomposition sous une forme vendable, lorsque M. Clément, en septembre 1820, me communiqua le dessin d'un appareil (que je mets sous les yeux des membres de l'Académie) à l'aide duquel l'on pouvait décomposer, à chaud et en grand, le sous-carbonate d'ammoniaque par le sulfate de plomb; je m'occupai, avec ce chimiste et M. Désormes, de faire construire cet appareil pour l'utiliser dans ma fabrique; j'y apportai quelques améliorations, et entre autres je trouvai le moyen de simplifier l'opération et de la rendre moins coûteuse en la pratiquant à froid, ce qui en outre évitait des déperditions de gaz. Ce fait est constaté par les deux lettres que j'ai l'honneur de communiquer. Nous traitâmes, par ce procédé, près de 30,000 kilog. de sulfate de plomb, et bientôt nous eûmes à nous occuper de placer dans le commerce le produit fabriqué, de le faire employer en peinture, dans les manufactures de poteries ou enfin par les fondeurs. Mais c'était là le plus difficile, et nous ne pûmes y parvenir, soit qu'il se rencontrât quelques obstacles réels qui s'opposaient à son emploi dans ces arts, soit qu'il y eût des préjugés à vaincre pour introduire l'usage d'un produit de forme nouvelle. Il nous fut également impossible d'en tirer un parti avantageux en le réduisant en oxide ou en plomb métallique. Enfin, M. Gauthier, l'un de nos principaux fondeurs de Paris,

acheta les 25,000 kilog. de carbonate de plomb que nous avions obtenus pour les réduire en plomb métallique, et quoiqu'il ne le payât qu'un franc le quintal au-dessus de la valeur actuelle du sulfate de plomb, il pensa qu'il ne faisait pas un marché avantageux; en effet, il éprouva en grand quelques difficultés que l'essai en petit n'avait pu lui faire prévoir, et il lui en reste encore une partie dont le traitement n'est pas terminé, qu'il céderait volontiers aujourd'hui au prix coûtant.

Ainsi donc, le sulfate de plomb qui d'ailleurs n'est pas sans emploi, tel qu'on l'obtient dans nos fabriques d'indienne de la décomposition du sulfate d'alumine par l'acétate de plomb, puisqu'il se vend tout entier et sert en peinture (particulièrement pour les endroits exposés à l'action du gaz acide hydro-sulfurique auquel il résiste mieux que le carbonate de plomb), et qu'on l'emploie aussi pour le mêler à la céruse, pour en extraire le plomb métallique, etc.; le sulfate de plomb, dis-je, décomposé par le sous-carbonate d'ammoniaque, a donné un produit d'une valeur à peine égale à celle qu'il avait avant que d'être traité. Ainsi donc il y a eu, dans cette opération, en perte totale au moins tous les frais de conversion qui s'élevaient environ à 3 francs le quintal.

D'après un résultat aussi positif, j'ai abandonné cette opération, et M. Pluvinet a renoncé au projet de la pratiquer en grand.

Il résulte de ces documens authentiques, que la décomposition du sulfate de plomb par le sous-carbonate d'ammoniaque n'a pas été jusqu'aujourd'hui faite d'une manière utile; que si l'on peut conserver l'espoir d'y réussir, il ne faut pas du moins s'y livrer sans des essais

préalables ; que M. Pluvinet n'a pas traité en grand de sulfate de plomb dans sa fabrique, et qu'il n'y pratique pas aujourd'hui cette opération dont j'ai moi-même cessé de m'occuper.

Sur *la Suspension des nuages.*

Les nuages sont des amas de vésicules aqueuses sur la nature desquelles on n'est pas encore parfaitement d'accord. Ces vésicules peuvent en effet être creuses ou pleines. Dans le premier cas, quoiqu'elles soient certainement plus denses que l'air qu'elles déplacent, on peut concevoir leur suspension dans ce fluide, tout comme celle d'un précipité pesant au milieu de l'eau ; mais, dans le second cas, on a plus de peine à admettre qu'un corps mille à douze cents fois plus dense que l'air qu'il déplace à la hauteur des nuages ne se précipite point vers la surface de la terre, et que la principale masse des nuages se soutienne à des hauteurs moyennes de 1500 à 2500 mètres. En admettant même que les vésicules soient creuses, leur suspension n'est pas exempte de difficultés ; mais ne voulant pas entrer ici dans la discussion des diverses causes qui peuvent y contribuer, je me bornerai à en rappeler une qui me paraît des principales, et à faire sentir son importance par une expérience bien ancienne, mais qui n'en est pas moins curieuse ; c'est l'expérience des bulles de savon.

Si l'on souffle une bulle de savon dans un appartement, en faisant son enveloppe aussi mince que possible, on ne

réussira jamais à l'enlever; elle se précipitera aussitôt qu'elle sera abandonnée à son propre poids, lors même qu'on ne l'enflerait point avec l'air des poumons, qui est un peu plus dense que l'air atmosphérique, en raison de 3 à 4 centièmes d'acide carbonique dont il se charge par la respiration. Si l'on souffle au contraire la bulle de savon en plein air, au-dessus d'un sol échauffé, on la verra s'élever à une hauteur plus ou moins considérable, et crever souvent avant d'avoir atteint celle à laquelle elle pourrait parvenir si son enveloppe n'était amincie sans cesse par l'air qui la dissout. Il est évident, par cette expérience, qu'il s'élève de la surface de la terre un courant ascendant qui pousse devant lui la bulle de savon, jusqu'à ce que, affaibli par sa dilatation ou par son mélange avec de l'air plus froid, sa force d'impulsion soit en équilibre avec le poids de la bulle de savon, et l'on conçoit, d'après cela, pourquoi cette dernière ne peut s'élever dans un appartement où la température est uniforme. Si la bulle était plus légère, elle serait portée plus haut par le courant, et l'on admettra sans peine que les vésicules aqueuses, ou plutôt la masse d'air dans laquelle elles sont répandues, peuvent rester suspendues à une hauteur considérable; hauteur qui est en général variable selon les saisons, et qui est plus grande en été qu'en hiver. G.-L.

Procédé *pour repasser les instrumens tranchans.*

M. Revely recommande l'usage du savon au lieu de l'huile pour repasser les rasoirs et autres instrumens

tranchans sur une pierre. Voici ses propres expressions : N'ayant point d'huile pour repasser mon rasoir, il me vint dans la pensée d'essayer le savon dont je me servais, connu sous le nom de *savon de palme*, et j'en fus si satisfait, que depuis j'en ai toujours fait usage au lieu d'huile pour les rasoirs et les canifs. Il aiguise plus promptement, donne un bon tranchant, et fait disparaître les dents avec une grande facilité : il est plus propre que l'huile qui, étant sujette à goutter, tache tout ce qu'elle touche. On exécute l'opération de la manière suivante : ayant nettoyé la pierre à repasser avec une éponge, du savon et de l'eau, essuyez-là bien; trempez le savon dans de l'eau pure, et humectez aussi la pierre, puis frottez légérèrement le savon sur sa surface, jusqu'à ce qu'elle en soit recouverte par-tout; repassez alors votre instrument de la manière accoutumée, en tenant le savon suffisamment humide, et en ajoutant de temps en temps, s'il est nécessaire, un peu plus de savon et d'eau. Ayez soin qu'avant de frotter le savon sur la pierre, il soit propre et exempt de poussière : s'il ne l'était pas, il suffirait de le laver.

Plusieurs coutèliers et d'autres personnes ont essayé ce procédé de M. Revely pour repasser les instrumens tranchans, et en font le plus grand éloge. On peut citer MM. West, Pepys, Long et Frewen.

(*The Quarterly Journal.* XIII. 221.)

Sur *les Alliages de l'acier.*

Par J. Stodart et M. Faraday.

(Lu à la Société royale de Londres le 21 mars 1822.)

Les alliages de l'acier faits en petit dans le laboratoire de l'Institution royale ayant donné de bons résultats, et les expériences ayant grandement excité l'intérêt, tant en Angleterre qu'à l'étranger, nous encouragèrent à faire des essais plus en grand, et nous avons maintenant le plaisir d'annoncer qu'on a fait des alliages pour les arts qui ne le cèdent en rien, s'ils ne sont pas supérieurs, aux plus petits produits obtenus dans le laboratoire. Avant cependant de travailler sur une grande échelle, on a répété les premières expériences avec le plus grand soin, et on a fait de nouvelles combinaisons, savoir : de l'acier avec le palladium, de l'acier avec l'iridium et l'osmium, et, en dernier lieu, de l'acier avec le chrôme. Dans cette dernière série d'expériences, nous avons été particulièrement heureux, ayant déjà acquis par la pratique beaucoup d'adresse dans la conduite du feu. Néanmoins nous avons souvent rencontré beaucoup de difficultés, dont la plus grande peut-être a été la fracture des creusets. Nous n'avons point encore trouvé un creuset capable de résister à la haute température nécessaire pour réduire complètement le titane, ou plutôt nous sommes disposés à demander si on a jamais réduit ainsi ce métal : nos fourneaux sont propres, s'il en fût jamais, à produire cet effet ; mais jusqu'à présent

nous n'avons pu nous procurer des creusets convenables (1).

Les métaux qui donnent les meilleurs alliages avec l'acier sont l'argent, le platine, le rhodium, l'iridium, l'osmium et le palladium : tous ces alliages ont été faits maintenant en grand, excepté le dernier. On a cependant fondu en une seule fois 4 livres d'acier avec $\frac{1}{100}$ de palladium, et le composé est réellement bon, surtout pour les instrumens qui demandent une douceur parfaite dans le tranchant.

Nos essais en grand ont été faits dans un fourneau d'acier à Sheffield, et n'ayant pu les diriger nous-mêmes, nous en avons confié la surveillance à un agent très-intelligent et qui méritait notre confiance. On lui envoyait l'acier avec le métal auquel il devait être allié, dans la proportion exacte, et il était chargé de le placer dans le fourneau, de le surveiller et de le laisser long-temps dans un grand état de fluidité avant de le couler. Le lingot, toujours surveillé, était ensuite forgé en barres de grandeur convenable, à une température justement suffisante pour le rendre malléable sous le choc du marteau. Après l'avoir reçu, il était examiné chimiquement et mécaniquement, et comparé aux produits semblables du laboratoire. D'après son apparence extérieure, aussi-bien que d'après la texture de sa cassure, nous étions en état de porter un jugement passablement exact sur ses qualités générales ; sa dureté, sa douceur et ses autres

---

(1) Nous avons réussi à fondre en creusets dans ces fourneaux le rhodium, et même le platine, quoique imparfaitement.

propriétés étaient reconnues par plusieurs épreuves après l'avoir façonné, et convenablement durci et adouci.

La meilleure proportion pour combiner l'argent avec l'acier est de $\frac{1}{500}$: quand elle est plus forte, une portion de l'argent reste mélangée mécaniquement avec l'acier, ainsi qu'on peut s'en assurer en traitant l'alliage par l'acide sulfurique affaibli.

Avec le platine et le rhodium, l'acier se combine au contraire dans toutes sortes de proportions, et il paraît en être de même avec l'iridium et l'osmium. On a parfaitement combiné avec l'acier depuis 1 jusqu'à 80 centièmes de platine, en boutons du poids de 500 à 2000 grains, et depuis 1 jusqu'à 50 de rhodium. Parties égales d'acier et de rhodium ont donné un bouton qui, poli, présentait une surface de la plus rare beauté; la couleur de cet alliage est la plus belle qu'on puisse imaginer pour un miroir métallique, et il ne se ternit point par une longue exposition à l'air : la densité de ce beau composé est de 9,176. Le platine et l'acier, dans la même proportion, ont donné un bon bouton; mais sa surface fortement cristalline le rend impropre pour des miroirs. Nous nous sommes assurés dans le laboratoire que, à l'exception de l'argent, la meilleure proportion du métal qu'on allie à l'acier, lorsqu'on a pour objet l'amélioration des outils tranchans, est d'environ $\frac{1}{100}$, et c'est dans cette proportion que les divers métaux ont été employés en grand. Il est bon de remarquer que, en fondant les alliages dans le laboratoire, on n'a employé aucun flux, et l'usage n'en a jamais paru nécessaire.

Un alliage de 8 livres d'un très-bon acier de l'Inde avec $\frac{1}{500}$ d'argent, fait à Sheffield, avait une très-belle

apparence à sa surface et dans sa cassure; il était plus dur que le meilleur acier fondu, ou même que le wootz de l'Inde, sans aucune disposition à se gercer sous le marteau, ou à la trempe. On en a fait plusieurs objets pour des usages variés, et tous étaient d'une qualité supérieure. Il est probable qu'on en fera l'application, non-seulement à la coutellerie, mais encore à la fabrication des poinçons ou ciseaux, l'augmentation insignifiante de prix ne pouvant s'opposer à son adoption. Cet alliage peut être employé avantageusement dans tous les cas où l'on a besoin de bon acier fondu.

Un alliage de 10 livres du même acier avec $\frac{1}{100}$ de platine nous fut renvoyé de Sheffield en barres remarquables par l'uni de leur surface et la beauté de leur cassure. D'après notre observation et celle des ouvriers qui l'ont employé pour divers articles de coutellerie, cet alliage, quoique moins dur que le premier, avait beaucoup plus de corps; propriété qui le rendrait précieux pour tous les cas qui exigent de la ténacité, aussi-bien que de la dureté. La dépense en platine n'empêchera pas d'en faire l'application aux arts; elle sera plus que compensée par ses avantages.

On a aussi fait en grand les alliages de l'acier avec le rhodium, et ils sont peut-être les plus précieux de tous; mais à cause de la rareté du rhodium, on ne peut en faire un usage très-général. Le composé d'acier, d'osmium et d'iridium est aussi très-précieux; mais les mêmes motifs empêcheront d'en faire usage en grand. Cependant on pourrait peut-être se procurer des quantités suffisantes de ces métaux pour faire des instrumens délicats ou quelques objets de luxe.

Un point de grande importance, dans des expériences de ce genre, était de nous assurer si les produits étaient exactement tels que nous désirions de les obtenir. Il a fallu pour cela en faire l'analyse; et quoique le procédé qu'on a suivi soit simple, il ne sera pas inutile de le rapporter.

Pour reconnaître si le platine est entré en combinaison avec l'acier, on dissout une petite portion de l'alliage dans de l'acide sulfurique affaibli; l'action est rapide, le fer se dissout, et il reste un sédiment noir composé de carbone, d'hydrogène, de fer et de platine. Par la calcination, le carbone et l'hydrogène disparaissent; on enlève l'oxide de fer qui s'est formé par l'acide muriatique, et on dissout le résidu dans un peu d'eau régale. Si l'on mouille avec cette dissolution un morceau de verre, et qu'on le chauffe ensuite à l'aide d'une lampe à esprit-de-vin et du chalumeau, le platine se réduit et forme un enduit métallique sur le verre.

L'alliage d'acier et de fer s'analyse par le moyen de l'acide sulfurique affaibli, dans lequel il faut faire bouillir la poudre restante, et lorsqu'elle s'est déposée, on la fait bouillir aussi dans de l'acide hydro-chlorique concentré. Le fer et l'argent sont dissous, et, en étendant d'eau, le dernier se précipite à l'état de chlorure. On peut encore dissoudre la poudre dans l'acide nitrique, et précipiter ensuite par l'acide hydro-chlorique et l'ammoniaque.

L'alliage d'acier et de palladium traité par l'acide sulfurique faible, et bouilli dans cet acide, laisse une poudre qui, après qu'on en a séparé le carbone par la combustion, et en partie le fer par l'acide hydro-chlorique

froid, donne, en la dissolvant à chaud dans ce dernier acide ou dans l'eau régale, un chlorure de palladium. La solution précipitée par le cyanure de mercure donne du cyanure de palladium, qui, appliqué sur une lame et chauffé, la couvre d'un enduit métallique.

Le résidu que laisse l'alliage de rhodium en le faisant bouillir dans l'acide sulfurique faible s'analyse d'une manière également facile.

Quand on a traité l'alliage d'acier, d'iridium et d'osmium par l'acide sulfurique faible, et qu'on a fait bouillir le résidu dans le même acide, on le chauffe jusqu'au rouge avec de la soude dans un creuset d'argent; on délaie la masse dans l'eau, et après avoir ajouté de l'acide sulfurique en excès, on la distille; l'osmium passe dans le récipient, et on le reconnaît à son odeur et au précipité bleu qu'il donne avec la teinture de noix de galle. Pour obtenir l'iridium, on traite par l'eau le résidu de la distillation; on en sépare le fer par l'acide hydrochlorique, et on dissout ensuite l'iridium par l'eau régale.

Ces divers alliages ne sont pas également attaqués par les acides; voici l'ordre dans lequel ils le sont le moins par l'acide sulfurique : l'acier, l'alliage de chrôme, ceux d'argent, d'or, de nickel, de rhodium, d'iridium et d'osmium, de palladium et de platine. Avec l'acier, l'action de l'acide est à peine perceptible; l'alliage d'argent ne donne que très peu de gaz, et celui d'or est faiblement attaqué. Tous les autres alliages donnent du gaz en abondance; mais c'est celui de platine qui en donne le plus.

En faisant l'analyse de ces différens alliages, on observe,

pendant l'action de l'acide sur eux, des faits intéressans; et il n'y en a peut-être pas de plus frappans que ceux que l'on vient de citer. Lorsque les alliages sont immergés dans l'acide faible, les propriétés particulières que montrent quelques-uns d'entre eux, non-seulement les distinguent les uns des autres et de l'acier, mais encore conduisent à des considérations sur l'état des particules de matière de différentes espèces, dans un mélange intime ou dans une combinaison, qui peuvent conduire à des idées plus claires et plus parfaites sur ce sujet.

Si l'on immerge dans de l'acide sulfurique faible un morceau d'acier et un autre d'alliage du même acier avec le platine, l'alliage sera immédiatement attaqué avec une grande rapidité, en donnant beaucoup de gaz, et sera dissous en peu de temps, pendant que l'acide agira à peine sur l'acier. La différence entre les deux actions est si grande que l'alliage donne dans le même temps plusieurs centaines de fois plus de gaz que l'acier.

Une très-petite quantité de platine donne cette propriété à l'acier : $\frac{1}{400}$ augmente considérablement l'action de l'acide; elle est puissante avec $\frac{1}{200}$ et $\frac{1}{100}$: avec 10 pour cent de platine, l'alliage est attaqué, mais faiblement; avec 50 pour cent, l'action n'est pas plus vive qu'avec l'acier seul, et un alliage de 90 de platine et de 20 d'acier n'est plus attaqué par l'acide.

L'action des autres acides sur ces alliages est semblable à celle de l'acide sulfurique, et telle qu'on pouvait s'y attendre. L'acide hydro-chlorique faible, l'acide phosphorique et même l'acide oxalique attaquent l'alliage de platine plus facilement que le zinc, et l'acide tartrique et l'acide acétique le dissolvent rapidement. On

peut ainsi obtenir avec facilité des dissolutions contenant des petites quantités de protoxide de fer.

La cause de cette augmentation d'action des acides sur ces alliages est probablement électrique, ainsi que le président de la Société royale, Sir H. Davy, nous l'a suggéré. On peut la considérer comme produite par le métal allié, existant dans un tel état dans la masse, que ses particules forment des combinaisons voltaïques avec celles de l'acier, soit directement, soit en produisant un alliage défini qui est disséminé dans le reste de l'acier, et alors toute la masse serait une série de telles combinaisons voltaïques; ou bien on peut supposer qu'aussitôt après la première action de l'acide sur chaque surface de l'alliage il se sépare des particules qui, si elles ne sont pas du platine pur, en contiennent une très-grande proportion, et qui, étant en contact intime avec le reste de la masse, forment avec elle des combinaisons voltaïques très-actives. Enfin, on peut supposer, en troisième lieu, que l'augmentation d'action résulte de la division mécanique de l'acier par le platine; en sorte que ses particules sont attaquées plus promptement par l'acide, ainsi que cela arrive pour le proto-sulfure de fer.

Quoique nous ne soyons point en état de décider à laquelle de ces trois causes l'augmentation d'action est due, ou combien chacune d'elles y participe, cependant nous ne balançons pas à regarder la seconde comme étant presque entièrement, sinon tout-à-fait, la seule qui soit agissante. Les raisons qui nous déterminent dans cette opinion sont que les deux métaux se combinent dans toutes les proportions que nous avons es-

sayées, et que, dans aucun cas, ils ne montrent des évidences de séparation entre eux, comme celles, par exemple, que montrent l'argent et l'acier; que, lorsqu'à la place d'un acide, on emploie des agens faibles, l'alliage ne paraît point agir avec eux comme s'il était composé d'une infinité de petites combinaisons voltaïques d'acier et de platine, mais bien comme si c'était de l'acier seul; que la masse ne rend pas un fil de platine plus négatif que l'acier, comme cela devrait avoir probablement lieu dans la troisième supposition que nous avons faite; qu'il ne se rouille pas plus rapidement dans une atmosphère humide; et qu'enfin, placé dans des dissolutions salines, comme celle de sel marin, etc., il n'en résulte entre eux aucune action. Dans ce cas, l'alliage agit justement comme l'acier, et il n'y a aucun des agens que nous avons essayés jusqu'à présent, et qui a pu produire une action voltaïque, qui ne fût d'abord capable de séparer une portion de platine en dissolvant le fer.

Un autre phénomène intéressant que présente l'action de l'acide sur ces aciers, ce sont les différences qu'ils présentent lorsqu'ils sont doux et endurcis par la trempe. Si l'on place dans le même acide sulfurique affaibli deux morceaux d'alliage de platine, l'un dur et l'autre tendre, et qu'on les examine peu d'heures après, on trouve sur le premier une couche d'une poudre carbonacée métallique et noire, dont la surface est généralement un peu fibreuse; le second est recouvert d'une couche épaisse d'une substance métallique grise ressemblant à la plombagine, douce au toucher, que l'on peut couper avec un couteau, et dont la quantité est sept à huit fois celle de la poudre du morceau trempé. Elle ne paraît pas

contenir du charbon, mais elle ressemble beaucoup à la poudre décrite par M. Daniell, et qu'il avait obtenue en traitant la fonte par un acide.

On observe la même différence avec l'acier seul, mais elle n'est pas aussi frappante, parce que l'acier étant dissous beaucoup moins rapidement par l'acide, il y reste plus long-temps, et la poudre produite se trouve attaquée.

Lorsqu'on ne laisse pas long-temps dans l'acide la poudre fournie par l'acier doux ou son alliage, elle ressemble exactement à de la plombagine très-divisée, et paraît être un carbure de fer, et probablement aussi du métal allié. L'eau ne l'altère pas; mais l'air la décolore et oxide le fer. Lorsqu'on la laisse long-temps dans l'acide ou qu'on l'y fait bouillir, elle est réduite au même état que la poudre obtenue de l'acier dur ou de son alliage.

Si l'on fait bouillir ces résidus dans l'acide sulfurique ou dans l'acide hydro-chlorique faibles, le fer se dissout, et il reste une poudre noire qui résiste à l'action prolongée de l'acide : il semble qu'on l'obtient en plus grande quantité des alliages que de l'acier pur. Après avoir été lavée et séchée, elle s'enflamme dans l'air à une température de 150 à 200 degrés, et brûle comme le pyrophore avec beaucoup de fumée; ou si on l'allume, elle brûle comme du bitume, avec une flamme brillante; le résidu est du protoxide de fer et le métal allié. Par conséquent, pendant la durée de l'action de l'acide sur l'acier, une portion d'hydrogène entre en combinaison avec une partie du métal et le charbon, et

forme un composé inflammable qui n'est point attaqué par l'acide.

L'action de l'acide nitrique sur ces poudres produit quelques effets surprenans. La poudre fournie par l'acier pur est entièrement dissoute, et c'est encore ce qui arrive avec celle d'un alliage, si le métal allié avec l'acier est aussi soluble dans l'acide nitrique; mais si la poudre provient d'un alliage dont le métal ne soit pas soluble dans l'acide nitrique, on a alors un résidu noir inattaquable par l'acide, et qui, après avoir été lavé et séché avec soin, déflagre lorsqu'on le chauffe; celui fourni par quelques-uns des métaux cités détone même fortement quand il a été préparé avec soin.

La poudre fulminante obtenue de l'alliage de platine, traitée par l'eau régale, donne une solution contenant beaucoup de platine et très-peu de fer. Une petite quantité de cette poudre enveloppée dans une feuille et chauffée, a détoné avec beaucoup de force, et avec une lumière faible. Projetée sur la surface du mercure échauffé, elle a fait promptement explosion à 200°, mais avec difficulté à 188°. Si on élève lentement sa température, elle se décompose tranquillement sans détoner.

Nous n'avons pas essayé en grand les alliages de l'acier avec l'or, l'étain, le cuivre et le chrôme; nous avons allié, dans le laboratoire, l'or à l'acier en différentes proportions; mais aucun des résultats n'a été aussi satisfaisant que les alliages déjà cités, et, autant que nous avons pu en juger, l'étain et le cuivre n'améliorent point du tout l'acier. Avec le titane, nous n'avons pu réussir à cause de l'imperfection des creusets.

M. Berthier, qui a le premier fait l'alliage de l'acier

avec le chrôme, en parle d'une manière très-favorable. Nous n'avons fait que deux expériences : 1600 grains d'acier avec 16 de chrôme pur furent mis dans un de nos meilleurs creusets, et exposés à la chaleur d'un excellent fourneau à vent; les métaux furent fondus, et on les tint dans cet état pendant quelque temps. Le bouton fut trouvé bon et se forgea bien : quoique dur, il ne montra aucune disposition à se gercer; sa surface, ayant été polie et légèrement attaquée par l'acide sulfurique faible, montra une apparence cristalline; les cristaux ayant été allongés par le marteau, et la surface polie de nouveau, on obtint avec l'acide un très-beau damassé. Dans une seconde expérience dans laquelle on avait allié 48 grains de chrôme pur à 1600 d'acier, on obtint un bouton beaucoup plus dur que le premier; il était cependant aussi malléable que le fer, et donna également un très-beau damassé. A cette occasion, on observa un phénomène très-curieux : on enleva le damassé en polissant l'acier, et on le rétablit par la chaleur seule sans le secours d'aucun acide.

C'est un fait remarquable que, lorsqu'on emploie du fer pur au lieu de l'acier, les alliages sont beaucoup moins sujets à l'oxidation. Trois centièmes d'iridium et d'osmium fondus avec du fer pur ont donné un bouton que l'on exposa, après l'avoir forgé et poli, avec d'autres morceaux de fer, d'acier et de divers alliages, dans une atmosphère humide, et il fut de tous le dernier à montrer de la rouille. Sa couleur était distinctement bleue, et il avait la propriété de devenir plus dur par la trempe. En observant ce caractère dans cette espèce d'acier, nous y soupçonnâmes la présence du carbone;

mais, malgré les plus grands soins, il ne nous fut pas possible d'en découvrir. Il n'est point improbable qu'il y ait d'autres corps, outre le charbon, qui puissent donner au fer les propriétés de l'acier; et quoique nous ne soyons point d'accord avec M. Boussingault lorsqu'il fait porter du carbone dans l'acier par la silice ou sa base, nous pensons que ses expériences sont très-intéressantes sur ce point, digne d'un nouvel examen.

Nous remarquerons que la meilleure manière de tremper est d'employer un bain métallique chauffé, pour les divers alliages, environ de 20 à 40 degrés au-dessus de la température requise pour le meilleur acier fondu. Nous recommanderons de plus que l'on répète la trempe deux fois, c'est-à-dire, une première fois comme d'ordinaire, avant la première opération pour le poli, et une seconde fois immédiatement avant le dernier poli. Cette seconde trempe paraîtra peut-être superflue, mais l'expérience en fera reconnaître bientôt l'utilité. Nous avons adopté cette pratique par analogie, en considérant la fabrication et la trempe des ressorts de montre.

(*Extrait des* Transactions philosophiques, *pour* 1822.)

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 5 *août* 1822.

L'Académie reçoit un Mémoire de M. Paravey *sur le Zodiaque de Denderah*, et un écrit de M. Collin d'Aro

contenant la description du moyen qu'il a imaginé pour empêcher les cheminées de fumer.

M. Frère de Montizon dépose un paquet cacheté relatif à un procédé lithographique sans mouillage, de son invention.

M. Doulcet présente une balance perfectionnée dont nous ne manquerons pas, en temps et lieu, de donner une description détaillée.

Le scrutin relatif à l'élection d'un candidat pour la place vacante dans l'Ecole de Pharmacie de Montpellier a été favorable à M. Pouzin.

M. Jomard lit un Mémoire intitulé : *Examen d'une opinion nouvelle sur le Zodiaque circulaire de Denderah.* (Nous attendrons, pour rendre compte de ce Mémoire, que celui de M. Biot dont il est la critique ait été publié.)

M. Larrey lit des observations sur une plaie pénétrante de la poitrine, suivies de quelques réflexions sur l'opération de l'empyème que cette plaie a nécessitée. Une Commission rendra compte de ce travail.

Séance du lundi 12 août.

A la suite d'un rapport verbal fait par M. Latreille sur l'entomographie de Russie du professeur Fischer, le même membre lit une Note *sur des Crustacés fossiles.*

M. Magendie, au nom d'une Commission, fait un rapport sur le Mémoire que M. Pinel fils avait présenté à l'Académie, et dans lequel il décrit une altération morbide de la matière médullaire du cerveau, qui perd

alors sa mollesse et les autres caractères physiques, pour devenir dure, élastique, fibreuse, et prendre enfin à-peu-près l'apparence du blanc d'œuf, durci par la chaleur.

Ce Mémoire a reçu l'approbation de l'Académie.

M. Dumoulin lit une suite de son travail sur le système nerveux des poissons.

M. Dupetit-Thouars lit un Mémoire intitulé : *Démonstration des problèmes qui servent de base à ma manière d'envisager la fructification comme une transmutation de la feuille et du bourgeon qui en dépend.*

M. Deloyauté annonce un instrument propre à donner sur mer plus de certitude au tir du canon. Nous ferons connaître le rapport des commissaires.

Séance du lundi 19 *août.*

M. Paravey donne lecture de son Mémoire *sur le Zodiaque de Denderah.* Il a ensuite déclaré ne point demander de commissaires.

M. Arago, au nom d'une Commission, fait le rapport qui a été inséré dans le Cahier d'août, tome xx, page 337 et suivantes.

M. Cagnard de Latour lit une Note que nous ferons connaître prochainement, relative à l'action combinée de la chaleur et de la compression sur certains liquides.

M. Bory de Saint-Vincent continue la lecture de ses Observations sur plusieurs animaux microscopiques.

On donne lecture d'un Mémoire de M. Sommé *sur les parties de l'encéphale qui servent au sens de la vue.*

Séance du lundi 26 août.

Le Ministre de l'Intérieur adresse l'Ordonnance du Roi qui confirme l'élection de M. Cordier, et un Mémoire manuscrit de M. d'Hombres-Firmas *sur divers phénomènes de météorologie.*

L'Académie, ayant eu le malheur de perdre M. Delambre, l'un de ses secrétaires, décédé le 19 de ce mois, arrête qu'elle procédera aux opérations nécessaires à la nomination de son successeur, dans la première semaine du mois de novembre prochain.

M. Thenard, au nom d'une Commission, fait le rapport qui a déjà paru dans le précédent Cahier, *sur le Caléfacteur de M. Lemare.*

Un Mémoire de M. Emy, officier du Génie, *sur le Mouvement de la chaleur dans les corps solides, et sur l'électricité et le magnétisme*, est renvoyé à l'examen d'une Commission.

M. Arago présente, de la part de M. Gambey, un nouveau théodolite que cet habile artiste vient d'exécuter.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire intitulé: *Considérations générales sur la vertèbre.*

M. Pouillet lit un Mémoire *sur les Phénomènes électro-magnétiques*, dont voici l'extrait fait par l'auteur lui-même.

M. Pouillet détermine, 1°., par l'expérience, le lieu de tous les points où le courant n'exerce aucune action pour faire tourner une aiguille aimantée suspendue par son centre. On sait qu'à de grandes distances, le courant fait tourner l'aiguille perpendiculairement à sa direction, le pole austral à gauche, et qu'au contraire, à

des distances très-petites, il la tourne perpendiculairement, le pole austral à droite ; entre ces deux situations, il y a tout autour de l'aiguille une suite de points, une espèce de limite où le courant laisse en repos l'aiguille, et ne la fait tourner ni à droite ni à gauche : c'est cette limite que M. Pouillet a déterminée.

2°. De ses expériences il déduit un principe au moyen duquel il arrive à une équation générale qui est la condition d'équilibre d'une aiguille aimantée soumise à l'action d'un ou de plusieurs courans. Cette équation, discutée, donne les courbes-limites où l'action change de signe, et d'attractive devient répulsive ou *vice versâ*, soit que l'axe de rotation soit entre les poles de l'aiguille, ou sur l'un d'eux exactement, ou sur le prolongement de la ligne qui les joint. Ces courbes ont des dispositions fort singulières qui ont toutes été vérifiées par l'expérience.

3°. Dans les différens cas, soit que le courant soit sur les limites, ou au dehors ou au dedans, l'analyse des forces qui sollicitent l'aiguille pour la faire osciller, ou pour la faire tourner, ou pour la faire glisser, montre que la résultante de toutes leurs actions n'est en raison inverse de la distance que quand la longueur de l'aiguille est très-petite par rapport à la distance du courant.

4°. Les forces de rotation que les aimans exercent sur les courans, et réciproquement celles que les courans exercent sur les aimans, sont des conséquences du même principe, et ne présentent pas plus de difficulté ni dans leur analyse ni dans la recherche de leur résultante.

5°. M. Pouillet fait voir, par le calcul et par l'expérience, qu'il n'est pas nécessaire qu'un courant soit

fermé pour être dirigé par l'action de la terre ; un courant rectiligne se dirige très-bien, et s'il est vertical, la force terrestre qui le retient dans sa position de stabilité est *maximum* à l'équateur magnétique, et de là, va en décroissant comme le cosinus de l'inclinaison.

6°. Enfin, l'action de la terre pour imprimer aux courans un mouvement continu ne s'exerce pas, comme on l'avait pensé jusqu'ici, sur les branches verticales de l'appareil dont on fait usage, mais seulement sur les branches horizontales ; et il résulte du calcul de cette force, qu'elle est *maximum* au pole magnétique, et que sur l'équateur magnétique elle est exactement nulle.

Séance du lundi 2 septembre.

M. Puissant lit un Mémoire intitulé : *Exposé d'une méthode générale et simple pour trouver le résultat moyen d'une série d'observations astronomiques faites avec le cercle répétiteur de Borda.*

M. Payen lit un Mémoire *sur une Cloche de sûreté pour la fermentation en vases clos.*

M. de Saint-Hilaire donne un premier aperçu de son voyage au Brésil.

M. Gondinet communique des observations sur le Pemphigus.

Nous reviendrons sur tous ces objets après les rapports des commissaires que l'Académie a nommés pour les examiner.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire intitulé : *Sur les Tiges montantes.*

Séance du lundi 7 septembre.

M. Legris adresse les dessins de plusieurs machines de son invention, et M. Desvaux un Mémoire *sur les Appareils de reproduction des acotyledons.*

M. Omalius de Halloy lit un Mémoire *sur une Carte minéralogique de la France qu'il a dressée.* Ce Mémoire et la relation abrégée du voyage de M. Leschenault de la Tour aux Indes orientales seront plus tard l'objet de rapports *ad hoc.*

MM. Gay-Lussac et Cauchy rendent compte des observations qu'ils ont faites d'un météore lumineux. (*Voyez* le Cahier d'août, où il faut lire le 16 au lieu du 6.)

Sur la nouvelle des incommodités qu'éprouvent MM. Charles et Breguet, on désigne deux commissaires qui iront, au nom de l'Académie, leur témoigner l'intérêt qu'elle prend à leur santé.

Séance du lundi 16 septembre.

M. Ampère lit la première partie d'un Mémoire relatif à de nouvelles expériences électro-dynamiques. Cette première partie contient l'annonce de trois faits nouveaux observés par l'auteur, et qui consistent :

1°. Dans la répulsion mutuelle des diverses parties d'un courant électrique rectiligne ;

2°. Dans la production des courans électriques par influence ;

3°. Dans l'expérience qui est décrite dans la note de la page 415 des *Annales*, tome xx.

M. Girard lit un résumé de son Mémoire *sur l'Agriculture et l'industrie des Egyptiens.*

M. Auguste Saint Hilaire continue la lecture de la relation de son voyage au Brésil.

M. Fresnel lit la Note qui a paru dans le Cahier d'août, tome xx, page 376.

M. Broggi de Sondrio, dans la valteline, offre à l'Académie une collection de minéraux.

Séance du lundi 23 septembre.

M. D'Hombres-Firmas donne de nouveaux détails sur le pied de lilas qu'il avait adressé à l'Académie. (*Voyez* le Cahier de juillet, page 289.)

M. Payen adresse une dissertation sur laquelle il sera fait un rapport, et dans laquelle il cherche à prouver que les moyens proposés par M. Berthier pour décomposer le sulfate de fer, ne peuvent pas être utiles au commerce.

M. Dupetit-Thouars achève la lecture de son Mémoire *sur la Fructification.*

M. Vauder Heyden lit un Mémoire *sur la Cause de la direction que prennent le rectangle électro-magnétique et l'aiguille aimantée.*

M. Ampère lit le Mémoire dont il avait présenté la première partie dans la précédente séance.

Après avoir rappelé les trois nouveaux faits consignés dans la première partie, il décrit les observations qu'il a faites sur l'action mutuelle de deux courans électriques, et expose les conséquences qui en résultent.

Séance du lundi 30 septembre.

MM. Bonneaux et Sulpicy adressent des Recherches *sur la contagion de la fièvre jaune.*

L'Académie reçoit une Dissertation de M. Lager-Hielm *sur la quantité d'air qui s'écoule par des orifices minces.*

M. Cauchy lit des Recherches *sur l'équilibre ou le mouvement intérieur des corps solides ou fluides, élastiques ou non élastiques.*

M. Jomard lit un Mémoire *sur un étalon métrique découvert dans les ruines de Memphis*; par M. Drovetti.

M. Foderà lit un Mémoire *sur l'Absorption et l'Exhalation*, qui est renvoyé à l'examen d'une Commission.

Extrait *d'un Mémoire sur le Froid produit par l'évaporation des liquides* (1).

Par M. Gay-Lussac.

La production du froid par l'évaporation de l'eau paraît avoir été observée dès la plus haute antiquité. On

(1) Ce Mémoire avait été lu à l'Académie des Sciences le 6 mars 1815. J'en avais différé la publication dans l'intention de rendre mon travail plus complet; mais n'ayant pas trouvé depuis cette époque l'occasion de le reprendre, je me suis déterminé à donner ici les résultats que j'avais obtenus sur le froid produit dans l'évaporation de l'eau par l'air dépouillé d'humidité.

ignore en effet l'époque à laquelle les peuples des climats chauds de l'Orient et des Indes ont commencé à rafraîchir l'eau en l'exposant à un courant d'air dans des vases poreux, et à diminuer la chaleur de l'air en le faisant pénétrer dans leurs appartemens à travers des branches entrelacées ou d'autres tissus grossiers imprégnés d'humidité. La dissipation de l'eau dans l'atmosphère, ou son évaporation, étant la circonstance la plus sensible qui accompagne la production du froid, devait être considérée comme en étant la cause; néanmoins ses effets n'ont pu être bien appréciés qu'à l'époque à laquelle on a découvert que les liquides forment en s'évaporant des fluides élastiques, et que pendant ce changement d'état ils absorbent une grande quantité de chaleur qu'ils rendent latente. Richmann (*Nov. Com. Petrop.*, t. 1, p. 290), qui avait observé qu'un thermomètre retiré de l'eau s'abaissait quelquefois de 4 à 5 degrés centigrades au-dessous de la température de l'air, pendant qu'il était humide, mais qu'il remontait au même degré à mesure qu'il se desséchait, avait tenté d'expliquer ce phénomène en admettant dans l'air des matières salines qui, en se réunissant à l'eau du thermomètre, produisaient du froid de la même manière que les sels que l'on dissout dans l'eau. Mairan, dans son *Traité sur la Glace*, explique l'abaissement de température qui a lieu sur une surface humide, par l'agitation violente que reçoit l'eau. Ce liquide peut en effet être abaissé de plusieurs degrés au-dessous du point de sa congélation sans se convertir en glace; et comme Mairan admettait que la cause la plus vraisemblable de cet effet est le *repos de masse* de l'eau, il en concluait, par la raison des con-

traires, qu'une violente agitation de masse et qu'un changement continuel de milieu doivent refroidir et enfin glacer l'eau, même dans un air moins froid que celui de la congélation. A cette explication peu satisfaisante, mais qui tenait à la manière obscure dont on concevait les phénomènes de la chaleur, Cullen en a substitué une autre qui est vraie, en avançant que le froid produit sur les surfaces humides est l'effet de l'évaporation. Cependant il n'a pu donner, à cette époque, une théorie complète de ce phénomène. Il a reconnu que le froid produit par l'évaporation est plus grand dans un espace vide que dans l'air, parce que l'évaporation y est plus rapide; qu'il est aussi plus grand par un vent chaud et sec que par un vent froid et humide; que les liquides produisent d'autant plus de froid en s'évaporant qu'ils sont plus volatils; que les acides concentrés, bien loin de produire du froid quand ils sont exposés à un courant d'air, produisent au contraire de la chaleur parce qu'ils attirent puissamment l'humidité de l'air; mais que, lorsqu'ils sont délayés, ils se comportent à-peu-près comme l'eau. Enfin, il est parvenu à faire congeler l'eau dans le vide en plaçant un vase rempli d'éther nitreux dans un autre contenant de l'eau. (*Cullen, Essays and Obs. physical and litterary*, vol. II.) Baumé a fait, après Cullen, un grand nombre d'expériences qu'on trouve consignées dans les *Mémoires* présentés à l'Académie, vol. V, p. 405; mais elles n'apprennent rien de plus que celles de Cullen. On peut en dire autant des expériences de Cavallo et de quelques physiciens allemands. Enfin, tout le monde connaît le procédé ingénieux par lequel M. Leslie est parvenu à

faire congeler l'eau, même au milieu de l'été, en absorbant sa vapeur à mesure qu'elle se forme, et à produire un froid presque suffisant pour faire passer le mercure à l'état solide.

L'évaporation d'un liquide pouvant se faire dans le vide et dans un gaz, l'abaissement de température qui en est le résultat est différent dans chacune de ces circonstances.

Dans un espace vide, en supposant que la vapeur soit absorbée aussitôt qu'elle est produite, le plus grand froid a lieu, pour une température déterminée du milieu ambiant, lorsque le calorique absorbé pour la transformation du liquide en vapeur est égal à celui versé sur le liquide par les parois environnantes (1); car il est évident que puisque ce dernier augmente avec la différence de température entre le liquide et le milieu ambiant, et qu'au contraire la force élastique de la vapeur va sans cesse en diminuant, ainsi que sa vitesse, il doit y avoir nécessairement un terme où le calorique absorbé par la vapeur sera égal au calorique versé par les parois environnantes. Mais si l'on abaisse la température du milieu ambiant, la limite du froid sera reculée, et même elle pourra l'être indéfiniment, tant que la vapeur du liquide conservera une tension appréciable. Ainsi, j'ai congelé facilement le mercure en entourant d'un mélange frigorifique de glace et de sel l'appareil dans lequel la vapeur

---

(1) Je suppose que l'évaporation ait lieu sur toute la surface du liquide, comme sur la surface d'un thermomètre qui en serait humecté. C'est le cas le plus favorable pour obtenir le *maximum* de froid.

aqueuse était produite et absorbée par le procédé de M. Leslie, et je ne doute pas qu'avec des moyens analogues et des liquides très-évaporables on ne parvînt à un degré de froid beaucoup plus considérable que par les mélanges.

Supposons maintenant que l'évaporation ait lieu dans un gaz parfaitement sec, d'une température déterminée : ici, de nouvelles causes viennent influer dans la production du phénomène, et il est nécessaire de les apprécier.

En premier lieu, l'évaporation est retardée par le gaz qui presse sur le liquide; elle serait sensiblement nulle dans un gaz parfaitement en repos, dont la densité, sous la même pression, serait égale à celle de la vapeur; et la température étant supposée constante, elle augmenterait à-peu-près proportionnellement à la vitesse du gaz, jusqu'à ce que cette vitesse fût égale à celle que prendrait la vapeur dans le vide. Le froid produit par l'évaporation en dépend jusqu'à un certain point; car, si elle était très-petite, il serait possible que le réchauffement produit par les corps environnans fût plus rapide que le refroidissement dû à l'évaporation, et qu'ainsi le froid ne pût atteindre sa limite. Il ne faut pas croire cependant qu'il faille que le renouvellement du gaz sur la surface liquide soit très-rapide; il suffit de celui qui est produit par la différence de densité entre le gaz chaud et le gaz refroidi par l'évaporation, quand le refroidissement doit être peu considérable.

En second lieu, le liquide, ne s'évaporant que par le moyen de l'air qui vient frapper sa surface, ne peut évidemment se refroidir autant que dans le vide; et pour

une température initiale donnée, le froid produit est à son *maximum* lorsque le calorique absorbé par la vapeur est égal à celui que perd l'air pour se mettre en équilibre de température et de pression avec elle, plus à celui versé sur la surface évaporante par les corps environnans; mais la quantité de ce dernier, lorsque le froid produit n'est que de quelques degrés, est très-petite en comparaison de l'autre, et peut être négligée.

Si l'on connaissait exactement le calorique latent de la vapeur du liquide évaporable, la loi de sa force élastique relativement à la température et sa densité; si, d'une autre part, on connaissait la capacité de l'air pour la chaleur, sa température, sa densité et sa pression, il serait facile de calculer le degré de froid qui devrait être produit par l'évaporation. Soit en effet x ce degré; l le calorique latent de la vapeur exprimé par le nombre de degrés dont il élèverait la température d'un même poids du liquide; $\varphi(x)$ sa force élastique à la température x; δ sa densité par rapport à celle de l'air prise pour unité; t la température de l'air; c sa capacité rapportée à celle du liquide, prise pour unité, et p sa pression; on aura :

$$\varphi(x)\,\delta\,l = \{p - \varphi(x)\}\,(t - x)\,c.$$

Pour faire l'application de cette formule à l'eau, j'avais adopté 550° pour le calorique latent de sa vapeur, $\frac{10}{16}$ pour la densité de cette dernière, 0,2669 pour la capacité de l'air, et j'avais pris, d'après M. de Laplace,

$$\varphi(x) = 0^{m},76\,(10)^{x.\,0,0154547 - x^{2}.\,0,0000625826}.$$

Je rapporterai plus bas les résultats que M. Despretz

avait calculés, à ma prière, en substituant pour x, dans la formule, des valeurs croissantes par dixièmes de degré.

Pour comparer la théorie avec l'expérience, j'ai déterminé directement l'abaissement de température produit par un courant d'air sec sur un thermomètre à mercure revêtu d'un tissu de batiste humide. L'air, sortant d'un gazomètre à pression constante, traversait d'abord un tube rempli de chlorure de calcium; de ce tube, il entrait dans un autre où il rencontrait un thermomètre destiné à faire connaître sa température, puis, cinq centimètres plus loin, le thermomètre à surface humide qu'il enveloppait de toutes parts : il se répandait ensuite librement dans l'atmosphère sans éprouver aucun changement de pression. Pour rendre le thermomètre humide plus promptement stationnaire, je commençais par le refroidir à-peu-près jusqu'au terme où il devait se fixer, et je le portais alors dans l'appareil, à la place qui lui était réservée. Le tableau suivant renferme les résultats que j'ai obtenus, et ceux déduits de la formule ci-dessus.

TEMPÉRATURE de l'air sec à la pression de $0^m,76$.	ABAISSEMENT de température produit par l'évaporation au-dessous de la température de l'air.	ABAISSEMENT calculé.	DIFFÉRENCES entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul.	ABAISSEMENT calculé; la température de l'air sec étant au-dessous de 0° d'un nombre de degrés correspondant et égal à chaque nombre de la 1re col.
0°	5°,82	5°,85	0°,03	5°,85
1	6,09	6,25	0,16	5,61
2	6,37	6,55	0,18	5,37
3	6,66	6,85	0,19	5.13
4	6,96	7,15	0,19	4,89
5	7,27	7,45	0,18	4,65
6	7,59	7,80	0,21	4,43
7	7,92	8,15	0,23	4,21
8	8,26	8,45	0,19	3,99
9	8,61	8,75	0,14	3,77
10	8,97	9,15	0,18	3,55
11	9,37	9,65	0,28	3,37
12	9,70	10,05	0,35	3,19
13	10,07	10,45	0,38	3,01
14	10,44	10,75	0,31	2,93
15	10,82	11,15	0,33	2,65
16	11,20	11,65	0,45	2,51
17	11,58	12,05	0,47	2,37
18	11,96	12,45	0,49	2,23
19	12,34	12,95	0,61	2,09
20	12,73	13,35	0,62	1,95
21	13,12	13,85	0,73	1,85
22	13,51	14,25	0,74	1,75
23	13,90	14,65	0,75	1,65
24	14,30	15,25	0,95	1,55
25	14,70	15,75	1,05	1,45

Quoique l'accord entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul ne soit pas aussi grand qu'on pourrait le desirer, il est néanmoins plus satisfaisant que je ne m'y étais attendu. Lorsque je fis mes expériences, la température de l'atmosphère était de 6 à 8 degrés, et j'eus

beaucoup de peine à porter celle de l'appartement où j'opérais à 25°. Cette circonstance a sans doute contribué à porter quelque incertitude dans mes résultats.

La chaleur abandonnée par l'air pendant l'évaporation dépendant évidemment de sa densité, il en résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, le froid produit doit augmenter à mesure qu'elle diminue.

Ainsi la température de l'air étant de 12°,5 et la pression de 65 centimètres, le froid produit par l'évaporation a été de 10°,5; d'après le calcul, on aurait dû obtenir 11°,2. Dans une autre expérience, la température de l'air étant la même que dans la précédente, mais la pression seulement de 50 centimètres, le froid a été de 12°,0, et, d'après le calcul, il aurait dû être de 12°,9.

J'ai supposé jusqu'à présent que l'air était parfaitement desséché; mais si on le prend dans l'état hygrométrique où il est ordinairement, le froid produit par l'évaporation ne sera plus aussi considérable, et il sera même nul dans le cas où l'air serait saturé d'humidité. Le froid est relatif à la quantité d'eau que l'air peut faire passer à l'état de vapeur; mais cette quantité n'est pas connue immédiatement par celle déjà contenue dans l'air avant qu'il arrive sur la surface humide. Supposons en effet que la température de l'air soit de 10°, et qu'il soit saturé à moitié d'humidité; supposons encore que le froid produit soit de 4°, il est évident qu'à ce terme, l'air qui était saturé à moitié d'humidité à 10°, le sera davantage à cause du refroidissement qu'il a éprouvé, et que la quantité d'eau qui peut s'évaporer est justement égale à celle qui manque à l'air, à la température de 10° — 4° = 6°, pour être saturé.

Si l'état hygrométrique de l'air est connu d'avance, on pourra calculer le degré de froid qui doit être produit par l'évaporation : il faudrait seulement connaître la capacité de la vapeur aqueuse existant dans l'air avant l'expérience ; mais comme le volume de cette vapeur est une petite fraction de celui de l'air, on pourra sans erreur sensible substituer à sa place un égal volume d'air qui aurait la même force élastique.

Si, au contraire, on ne connaît point l'état hygrométrique de l'air, mais seulement sa température et le froid produit par l'évaporation, on pourra le déterminer d'après le froid qui serait produit dans les mêmes circonstances par l'air sec.

En général, on peut parvenir à connaître l'état hygrométrique de l'air, d'après le froid produit par l'évaporation ; mais comme ce froid est variable avec la pression de l'air, sa température, son degré d'humidité, il faudrait des tables très-étendues pour le déterminer avec exactitude. J'avais voulu entreprendre ce travail, en répétant mes expériences sur le froid produit par l'évaporation, et en en faisant de nouvelles ; mais j'ai été rebuté par sa longueur, et le défaut de données suffisamment exactes, et surtout par la considération que l'ingénieux procédé de Leroy était susceptible d'une application plus facile, et que, dans l'état actuel de la physique, il était de beaucoup préférable.

Le froid produit par l'évaporation dans un air sec est, comme on l'a vu dans le tableau, assez considérable, et il suffit pour déterminer la congélation de l'eau dans un air qui serait à 8°. Mais comme, dans son état de sécheresse le plus ordinaire, il contient environ la moitié de l'eau nécessaire à sa saturation, ce n'est guère

que vers le 2me degré de température de l'air, que le froid produit par l'évaporation pourrait congeler l'eau. Sur les hautes montagnes, où l'air est à la fois plus rare et plus sec que dans les plaines, la congélation peut avoir lieu à une température plus élevée; et Saussure, en faisant tourner sur le col du géant un thermomètre dont la boule était enveloppée d'une éponge, a obtenu un refroidissement de 9°,3 au-dessous de la température de l'air qui était de 10°,1. Ainsi, l'évaporation peut concourir avec le rayonnement pour déterminer la congélation de l'eau à la surface de la terre, dans un air dont la température serait de plusieurs degrés au-dessus de zéro. Néanmoins je ne pense pas qu'on doive, dans aucun cas, lui attribuer l'abaissement de température que l'on observe dans certaines cavernes au-dessous de la température de la terre, dans le même lieu.

Le froid produit par l'évaporation dépendant de la quantité de chaleur que le liquide absorbe pour se réduire en vapeur, et de la capacité du gaz qui détermine l'évaporation, il est facile de déterminer l'une de ces quantités quand tous les autres élémens qui concourent à la production du froid sont connus.

En terminant cet extrait, je ferai remarquer que la question dont j'ai cherché seulement à apprécier les principaux élémens, est une des plus intéressantes de la physique, et qu'elle ne pourra être résolue complètement qu'après la connaissance des propriétés des fluides élastiques par rapport à la chaleur. Enfin, je rappellerai que j'avais cité dans mon Mémoire plusieurs expériences qui prouvent que l'affinité du verre pour l'eau est telle qu'après avoir été desséché, il enlève à l'air une partie de son eau hygrométrique.

Sur *une Dorure factice employée dans l'Inde.*

Par John Robison.

Les Moochees et les Nuqquashes de l'Inde appliquent sur les ouvrages en fer une composition particulière presque aussi belle que la dorure, et qui ne coûte guère plus que la peinture commune. Cette composition, ce me semble, pourrait être utile en Europe, surtout pour les cas où des ouvrages en métal poli, tels que les ponts en fer, doivent être perpétuellement exposés aux injures de l'air. Je vais donc rapporter ce que j'ai appris sur les moyens de la fabriquer.

On verse une certaine quantité d'étain pur, fondu, dans un bambou qui peut avoir un pied de long sur deux ou trois pouces de diamètre, et l'on ferme sans retard l'ouverture par laquelle le métal a coulé. En agitant le tout avec beaucoup de violence, l'étain se réduit en poudre verdâtre *très-fine*. Après avoir tamisé cette poudre afin d'en séparer quelques parties grossières qui peuvent s'y rencontrer, on la mêle avec de la glu fondue, et, si j'ai bonne mémoire, on broie le mélange sur une pierre avant de le verser dans des vases d'une certaine profondeur, ou, plus ordinairement, dans de grosses coquilles.

Pour se servir de cette composition, il faut qu'elle ait la consistance d'une crême légère, et alors on l'applique avec un pinceau, comme de la peinture ordinaire. Lorsqu'elle est sèche, elle a l'apparence de la couleur commune *vert d'eau;* mais, brunie avec une agate, elle perd cette teinte et ressemble à une couche uniforme et

brillante d'étain poli. Couverte ensuite d'un vernis blanc ou coloré, la composition offre l'aspect de l'argent ou de l'or.

J'ai eu, dans mes voyages, divers ustensiles recouverts de cette préparation, et conséquemment de fréquentes occasions de remarquer à quel point elle est capable de résister aux intempéries de l'air. En la fabriquant, on éprouvera d'abord quelque difficulté, peut-être, à transformer l'étain en une poudre impalpable, et à déterminer la quantité la plus convenable de glu dont il faut se servir; mais avec un peu de pratique on surmontera bientôt ces obstacles. Je dois remarquer que si l'étain est trop gros, le brunissoir d'agate n'agit pas sur lui, et qu'il s'émiette au contraire si la proportion de glu n'est pas suffisante.

(*Edim. philos. Journal.*)

Sur *les Sons produits dans le gaz hydrogène.*

Par John Leslie.

(Traduit de l'anglais.)

Tout le monde sait que l'intensité du son diminue avec la densité du milieu dans lequel on le produit. Il était donc naturel de penser que, à parité de circonstances (1), le son dans l'hydrogène serait plus faible

(1) Par cette expression, il faut entendre, je crois, à parité de force élastique. (*Note du Traducteur.*)

que dans l'air atmosphérique ; mais la différence, comme l'expérience l'a montré, est beaucoup plus grande qu'on ne l'aurait attendu.

Un petit mécanisme d'horlogerie à l'aide duquel un timbre était frappé à chaque demi-minute, ayant été placé dans le récipient d'une machine pneumatique, j'y raréfiai graduellement l'air, jusqu'au moment où sa densité se trouva réduite au centième ; aussitôt après j'y introduisis l'hydrogène (1) ; mais, loin que l'intensité du son me parût beaucoup augmentée après l'arrivée de ce gaz, il me sembla qu'elle était même plus petite que dans l'air qui s'y trouvait d'abord, au *centième* de sa densité primitive. Quant au son produit dans l'hydrogène pur, il est décidément beaucoup plus faible que dans l'air atmosphérique de sa propre densité ou raréfié dix fois.

Le fait le plus remarquable est cette propriété dont jouit l'hydrogène d'émousser ou d'étouffer le son dans l'air atmosphérique auquel on le mêle. Si, après avoir enlevé d'un récipient un demi-volume d'air, on le remplace par de l'hydrogène, les sons produits dans ce mélange des deux gaz s'entendront à peine.

Ces phénomènes dépendent, je crois, 1°. de la ténuité du gaz hydrogène ; 2°. de la rapidité avec laquelle les pulsations sonores sont transmises dans un milieu aussi élastique. La vitesse de transmission du son est toujours

---

(1) Quoique l'auteur ne le dise pas, cette introduction de l'hydrogène a dû évidemment avoir lieu sous la pression ordinaire de l'atmosphère, en sorte que le ressort du gaz mélangé se trouvât, durant l'expérience, exprimé par la hauteur du baromètre. (*Note du Traducteur.*)

la même dans l'air commun, quel que soit le degré de sa raréfaction; mais, dans l'hydrogène, cette vitesse est trois fois plus grande. Un timbre en vibration au milieu de ce dernier gaz ébranle donc un corps à la fois très-rare et très-fugace (*thin and fugacious*); peu de ses parties sont frappées, et elles échappent promptement au choc. Pour produire, dans un gaz donné, des ondulations semblables à celles qui sont engendrées au sein de l'air atmosphérique, ou de même amplitude, il faudrait que les impulsions se trouvassent dans le rapport des carrés des vitesses ou environ 10 fois plus grandes pour l'hydrogène que pour l'air atmosphérique. Si ces conjectures ont quelque fondement, il faudra s'attendre à trouver que le son est environ 100 fois plus faible dans l'hydrogène que dans l'air, cette diminution étant déterminée d'après le produit de la densité du gaz multiplié par la vitesse avec laquelle il transmet les vibrations sonores.

Quand le gaz hydrogène est mêlé à l'air atmosphérique, comme la combinaison n'est pas intime, il doit dissiper les pulsations élémentaires (*dissipates the pulsatory impressions*) avant que le son ait acquis de la force.

Il serait utile de répéter ces observations avec différens gaz sous divers degrés de raréfaction; mais je n'en ai pas encore trouvé le temps : je ne jette aujourd'hui ces aperçus en avant que comme un sujet de recherches et d'expériences ultérieures.

(*Transactions of the Cambridge Philosophical Society*. Tome 1. 1822.)

Manière *de découvrir de très-petites quantités d'arsenic et de mercure.*

Par James Smithson.

Lorsqu'on fait fondre de l'arsenic ou l'un de ses composés avec du nitrate de potasse, il se produit de l'arséniate de potasse, dont la dissolution donne avec le nitrate d'argent un précipité rouge de brique.

Dans le cas où une petite portion de la potasse du nitre a été mise à nu, il faut la saturer avec de l'acide acétique, sécher la masse saline et la redissoudre dans l'eau.

La quantité d'arsenic qu'exige ce mode d'épreuve est si petite qu'une seule goutte d'une dissolution d'oxide d'arsenic dans l'eau, qui, à la température de 10° c. ne contient pas au-delà de $\frac{1}{80}$ c. d'oxide d'arsenic, mise dans une cuillère de platine avec du nitrate de potasse et fondue, produit une quantité très-appréciable d'arséniate d'argent.

Pour reconnaître le mercure. Tous les oxides et les composés salins de mercure mis sur l'or dans une goutte d'acide marin avec un morceau d'étain, fournissent promptement un amalgame d'or.

On peut ainsi essayer une particule de sublimé corrosif, ou une seule goutte de sa dissolution; et, dans ce cas, l'addition d'acide muriatique est inutile.

(*Annals of Philosophy.*)

Toutenague, *cuivre blanc ou cuivre chinois.*

Cette substance a été examinée dernièrement par le Dr Fyfe. Voici comment il s'exprime sur l'échantillon qu'il a analysé :

« Le Dr Howison fut assez heureux, pendant son séjour en Chine, pour se procurer un bassin et un pot à l'eau de cuivre chinois ou blanc, dont il m'envoya un morceau pour le soumettre à l'analyse.

» Le bassin est d'une couleur blanchâtre approchant de celle de l'argent; il est très-sonore. Tenu d'une main, et frappé avec les doigts de l'autre, le son en est distinctement entendu à la distance de 1600 à 1800 mètres. Il est parfaitement poli, et ne paraît pas devoir se ternir facilement. Le morceau que j'ai reçu est malléable à une température ordinaire et à une chaleur rouge; mais, chauffé au blanc, il est extrêmement fragile et se brise sous le plus léger coup de marteau. Avec beaucoup de précautions, on peut le réduire en plaques minces, et le tirer en fils de la grosseur d'une aiguille fine. Chauffé en contact avec l'air, il s'oxide et brûle avec une flamme blanche, de la même manière que le zinc. Sa densité à 10° est de 8,432. 100 parties de cuivre chinois sont composées de

Cuivre,	40,4;
Zinc,	25,4;
Nickel,	31,6;
Fer,	2,6.

» La méthode que l'on suit pour préparer le cuivre blanc n'est point connue en Angleterre, quoiqu'il semble

que ce soit l'opinion générale qu'on l'obtient par la réduction d'une mine renfermant les ingrédiens dont il est composé. Dans une lettre que j'ai reçue du Dr Rowison, il rapporte que le Dr Dinwiddie, qui accompagna lord Macartney en Chine, lui a montré, à Calcutta, plusieurs échantillons de la mine d'où on lui avait dit que l'on retirait le cuivre blanc, et qu'il s'était procurés à Pékin. Le bassin du Dr Howison a coûté, en Chine, environ le quart de son poids en argent; et l'exportation des ustensiles faits de cet alliage sont prohibés. Ces circonstances donnent aussi de la probabilité à l'opinion que le cuivre blanc est obtenu par la réduction d'une mine métallique; car, en Chine, la main-d'œuvre est à bon marché, et l'on dit que les métaux qui entrent dans sa composition s'y trouvent en grande abondance. » (*Edim. Phil. Journ.*)

Instrument *pour mesurer la compression de l'eau.*

Le professeur Œrsted fait usage d'un instrument très-simple pour mesurer la compression de l'eau. Après avoir privé l'eau d'air atmosphérique par ébullition, il en remplit un cylindre de verre dont la partie supérieure est garnie d'un couvercle en laiton fermant hermétiquement, et qui est traversé par une vis avec un petit piston en laiton à sa partie inférieure, qui presse sur le liquide. Dans le cylindre, on place une boule portant un petit tube de thermomètre, remplis l'un et l'autre de la même eau que le cylindre. Le tube a, dans sa partie supérieure, qui doit rester ouverte, une petite

colonne de mercure qui, à cause de l'extrême finesse du tube, s'y maintient sans tomber dans la boule. Supposons maintenant que l'on vienne à comprimer l'eau en tournant la vis du piston ; cette pression agira également sur la partie ouverte du tube et sur l'enveloppe extérieure de la boule ; de sorte que, la pression se trouvant égale d'un côté et de l'autre de la boule de verre, ses parois ne seront susceptibles ni de contraction ni d'expansion, et par conséquent la position du mercure au-dessus de l'eau dans le tube thermométrique indiquera immédiatement la compression. M. Œrsted a préalablement déterminé la capacité du tube et celle de la boule en prenant le poids du volume de mercure qu'ils sont capables de contenir. La pression exercée sur l'eau par la vis est mesurée par un tube rempli d'air et pareillement renfermé dans le cylindre. Il est parvenu de cette manière à ce résultat, que la compressibilité de l'eau diminue très-rapidement à mesure que la pression augmente, et que sa compressibilité moyenne, sous une pression de 3 ou 4 atmosphères, est de $\frac{45}{1000000}$ pour chaque atmosphère ; ce qui est assez d'accord avec les expériences de Canton.

Observations *sur un nouvel acide produit en distillant l'acide citrique.*

Par Mr J.-L. Lassaigne.

La chaleur, en agissant sur la classe des substances organiques désignées par le nom générique d'*acides*, se

comporte de deux manières bien distinctes : tantôt elle les réduit simplement en vapeurs sans les altérer, ou très-peu du moins, tantôt elle leur fait éprouver une véritable décomposition, au nombre des produits de laquelle on rencontre souvent une substance acide présentant des propriétés différentes du corps qui lui a donné naissance. Nous citerons, à l'appui de notre première assertion, les acides acétique, formique, benzoïque, oxalique, hydrocyanique; et nous offrirons, pour preuve de la seconde, les acides malique, tartrique, mucique, kinique, urique, et probablement un plus grand nombre qui, par la distillation, se transforment en acides particuliers.

La plupart des ouvrages de chimie, en décrivant les propriétés de l'acide citrique, font mention que lorsqu'il est soumis à l'action de la chaleur, il se partage en deux parties; l'une se volatilise sans altération, et l'autre se décompose et donne tous les produits des substances végétales traitées par le feu. Assurément les auteurs de ces ouvrages n'auront point répété eux-mêmes l'expérience, car ils auraient reconnu qu'une pareille description est erronée; que l'acide qui passe à la distillation ne présente plus les propriétés de l'acide citrique employé, qu'il en diffère essentiellement par ses caractères, et qu'il ne se forme point d'acide acétique pendant cette opération.

En entreprenant des recherches sur ce sujet, nous avons eu pour but d'étudier les propriétés caractéristiques de cet acide, que nous proposons, pour nous conformer à la dénomination adoptée pour ce genre d'acides, d'appeler acide *pyro-citrique*.

1°. Lorsqu'on distille, dans une cornue de verre, de l'acide citrique, il commence d'abord par se fondre; l'eau

de cristallisation s'en sépare presqu'entièrement par une fusion continuée, ensuite il prend une teinte jaunâtre qui se fonce de plus en plus, en même temps qu'il se dégage une vapeur blanche qui va se condenser dans le récipient. Sur la fin de la calcination, l'on voit apparaître une vapeur jaune-brunâtre, et il reste au fond de la cornue un charbon léger très-brillant.

Le produit de la distillation consiste en deux liquides différens ; l'un, d'une couleur jaune d'ambre, d'un aspect huileux, occupe la partie inférieure ; l'autre, incolore et liquide comme l'eau, d'une saveur acide très-prononcée, occupe la partie supérieure. Après les avoir séparés l'un de l'autre, on reconnaîtra que le liquide huileux a une odeur bitumineuse très-forte, une saveur acide et âcre, qu'il rougit fortement le papier de tournesol, qu'on peut le priver de cette acidité en l'agitant avec de l'eau, dans laquelle il se divise en globules, qui se précipitent bientôt au fond, et ne tardent pas à se réunir en une seule masse, à la manière des huiles. Dans cet état, il jouit des propriétés de ces dernières, c'est-à-dire qu'il est soluble dans l'alcohol, dans les alkalis caustiques, et qu'il tache les tissus. Cependant il ne persiste pas long-temps ainsi ; il redevient bientôt acide, et quelquefois même on observe qu'il dépose des cristaux blancs qui ont une acidité très-forte. Si, alors, on l'agite avec de l'eau, il se dissout pour la plus grande partie, et abandonne une matière jaune-brunâtre poisseuse, d'une odeur empyreumatique très-développée, et qui a beaucoup d'analogie avec l'huile qu'on obtient de la distillation des autres matières végétales. Le même effet se produit lorsqu'on le conserve sous l'eau ;

il diminue peu à peu de volume, l'eau acquiert une saveur acide, et il reste une huile épaisse au fond du vase.

Nous regardons ce liquide comme une combinaison, peu permanente à la vérité, de l'acide particulier avec l'huile formée dans les mêmes circonstances.

Quant à la partie liquide et incolore qui surnageait sur cette huile, nous nous sommes assurés qu'elle ne contenait point d'acide citrique ni d'acide acétique : premièrement, parce qu'en saturant cette liqueur par le sous-carbonate de chaux, on a obtenu un sel calcaire soluble; en second lieu, que ce sel, traité par l'acide sulfurique concentré, n'a dégagé aucune vapeur d'acide acétique.

Ces derniers résultats, confirmant l'opinion que nous nous étions d'abord formée sur la nature de cet acide, analogue aux acides pyro-malique, pyro-mucique et pyro-tartrique, etc., etc., nous l'avons séparé de sa combinaison avec la chaux, soit en précipitant la base par l'acide oxalique, soit en décomposant le sel calcaire par l'acétate de plomb, et traitant le précipité par l'hydrogène sulfuré. C'est en employant ces deux procédés que nous avons extrait à l'état de pureté l'acide sur lequel nous avons fait nos expériences, et nous avons conclu, par l'ensemble des propriétés que nous lui avons reconnues, qu'il différait de l'acide citrique qui l'avait produit, ainsi que des autres acides connus.

Propriétés de l'Acide pyro-citrique.

1°. Cet acide est blanc, inodore, d'une saveur acide, légèrement amère; il est difficile à faire cristalliser d'une

manière régulière, mais il se présente ordinairement en une masse blanche formée par l'entre-croisement de petites aiguilles très-fines.

2°. Projeté sur un corps chaud, il se fond, se réduit en vapeurs blanches très-piquantes, et laisse quelques traces de charbon; chauffé dans une cornue, il donne un liquide huileux, jaunâtre, acide, et se décompose en partie. Il est très-soluble dans l'alcool et l'eau; ce dernier, à la température de + 10, en dissout un tiers.

3°. Sa solution aqueuse rougit fortement la teinture de tournesol; elle ne précipite point l'eau de chaux ni l'eau de baryte, ainsi que la plupart des dissolutions métalliques, à l'exception de l'acétate de plomb et du proto-nitrate de mercure.

4°. Cet acide forme, avec les oxides métalliques, des sels présentant des propriétés différentes des citrates.

Le pyro-citrate de potasse cristallise en petites aiguilles blanches, inaltérables à l'air; il se dissout dans quatre parties d'eau environ. Sa solution ne précipite point le nitrate de baryte ni le nitrate d'argent, tandis que le citrate de potasse forme des précipités avec ces derniers.

Le pyro-citrate de chaux, obtenu directement, se présente en une masse blanche cristallisée, formée d'aiguilles opposées les unes aux autres, et disposées à la manière des feuilles de fougère. Ce sel a une saveur âcre, il se dissout dans vingt-cinq parties d'eau, à la température de + 10°. Il contient 30 pour cent d'eau de cristallisation. Sa composition, déterminée par l'expérience, est de

Acide pyro-citrique,	34	100
Chaux,	66	194, 117
	100.	

La solution d'acide pyro-citrique, saturée par l'eau de baryte, laisse précipiter, au bout de quelques heures, dans un endroit frais, une poudre très-blanche, cristalline, qui est du pyro-citrate de baryte. Ce sel est soluble dans 150 parties d'eau froide et 50 parties environ d'eau bouillante. Il est composé de

Acide pyro-citrique,	43, 90	100
Baryte,	56, 10	127, 272.
	100, 00.	

Le pyro-citrate de plomb s'obtient facilement en versant dans une solution de pyro-citrate de chaux ou de potasse une solution d'acétate de plomb. Le pyro-citrate de plomb se présente alors en une masse blanche, gélatineuse et demi-transparente, qui se dessèche à l'air en se racornissant comme de l'alumine en gelée. Il contient 8 pour cent d'eau, et est composé de

Acide pyro-citrique,	33, 4	100
Protoxide de plomb,	66, 6	203.
	100,0.	

Connaissant la composition du pyro-citrate de plomb, nous l'avons employé pour déterminer celle de l'acide pyro-citrique sec. A cet effet, nous l'avons mêlé et chauffé avec du deutoxide de cuivre dans un tube de verre pesé exactement. Après avoir mesuré le gaz acide carbonique

et l'eau produite pendant cette opération, nous avons trouvé qu'il était formé de

Carbone,	47,5
Oxigène,	43,5
Hydrogène,	9
	100,0.

Le rapport des élémens de cet acide est bien différent de celui qu'ont donné MM. Gay-Lussac, Thenard et Berzelius, pour l'acide citrique; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que sa capacité de saturation est absolument la même que celle de ce dernier qui l'a produit, comme on peut le voir dans l'analyse des pyro-citrates de chaux de baryte, de plomb, que nous avons donnée, et que nous avons vérifiée plusieurs fois pour nous en convaincre.

Question *proposée, en juillet* 1822, *par la Classe mathématique de l'Académie royale des Sciences de Prusse, pour le concours de l'année* 1824.

La question proposée par la Classe des Mathématiques, pour le concours de l'année 1822, était :

Donner une théorie mathématique complète des cercles lumineux ou colorés qui se forment autour du soleil et de la lune, telle qu'elle satisfasse également aux données de l'observation et aux propriétés connues de la lumière et de l'atmosphère.

Il n'est rentré qu'un seul Mémoire avec la devise *Leges naturæ simplices sunt*, mais sans billet cacheté contenant le nom de l'auteur. Quoique ce Mémoire présente une solution satisfaisante d'une partie du problème, la Classe a jugé à propos de prolonger le terme du concours jusqu'à l'année 1824, parce qu'une des plus importantes faces de la question n'a point été prise en considération, et que l'auteur lui-même est intervenu pour demander ce délai. Les succès qu'il a déjà obtenus font espérer qu'avec plus de loisir il réussira à approfondir ultérieurement son objet, et il est possible d'ailleurs que ce délai engage d'autres savans à appliquer à cette recherche leurs connaissances physico-mathématiques.

Il est indubitable que dans les phénomènes en question l'inflexion de la lumière joue un rôle, et il est possible que la polarisation de la lumière y influe également. L'Académie a donc le droit d'exiger que ceux qui se présenteront au concours y apportent une connaissance approfondie et puisée dans les sources de toutes les découvertes qui, dans ces derniers temps, ont été faites sur ces propriétés de la lumière en Angleterre, en France et en Allemagne.

Les Mémoires destinés au concours doivent être rentrés avant la fin du mois de mars 1824, accompagnés d'un billet cacheté, portant la devise du Mémoire, et contenant le nom de l'auteur. Le prix de cinquante ducats sera décerné dans la séance publique de l'anniversaire de Leibnitz, le 3 juillet 1824.

Question proposée pour le Prix d'Agriculture fondé par M. Ellert.

Cette question proposée était :

Déterminer par des observations précises et par des expériences comparatives dans la culture, soit des champs, soit des jardins, les effets favorables ou défavorables qui résultent de l'ordre dans lequel on fait succéder les uns aux autres les divers végétaux, et déduire de ces observations des règles agronomiques plus précises et plus sûres que celles qui ont cours jusqu'à présent, basées sur des opinions vagues et des aperçus défectueux.

Il n'est rentré aucun Mémoire sur cette question. L'Académie propose, pour le nouveau concours, l'objet suivant. Plusieurs agronomes prétendent que la fécondation réciproque de végétaux de diverses variétés donne lieu à de fréquentes dégénérations : ils défendent en conséquence de rapprocher sur le même terrain des individus de variétés différentes toutes les fois que l'on se propose d'obtenir l'une ou l'autre dans sa pureté; le pollen de l'une des variétés tombant sur les fleurs de l'autre, donnerait, selon eux, des métis : ainsi, la variété du choux frisé ne persévère point, selon eux, lorsqu'on cultive près d'elle la variété à feuilles unies. D'une autre part, plusieurs naturalistes nient catégoriquement toute sexualité dans les végétaux, et taxent d'illusoires les observations ci-dessus mentionnées. Cet objet ayant un rapport direct avec la culture des légumineuses et des autres plantes utiles, l'Académie entre dans les vues du testateur, en proposant comme objet du concours le problème :

Existe-t-il une production de métis dans le règne végétal?

Elle exige des expériences directes suffisamment répétées et variées, et attend une discussion critique et une répétition au moins partielle des fameuses expériences de Kohlreuter.

Afin que ces recherches importantes pour la théorie et pour la pratique puissent s'exécuter avec toute la circonspection requise, dans des proportions larges et des séries expérimentales convenablement variées et répétées, la Classe porte le terme habituel de deux années à quatre, et le prix également doublé, à 200 ducats. Terme de rigueur pour l'envoi des Mémoires, 31 mars 1826, adjudication du prix le 3 juillet même année.

Expérience *électro-magnétique.*

M. Nordenskiold a communiqué au rédacteur des *Annals of Philosophy* l'expérience suivante de M. Seebeck.

Prenez un barreau d'antimoine d'environ 8 pouces de long sur un demi-pouce carré de section; liez ses deux extrémités en les enroulant l'une et l'autre d'un fil métallique de cuivre, faisant plusieurs tours sur chacune d'elles. Si une de ces extrémités est alors échauffée, pendant un temps court, avec une lampe à esprit de-vin, les phénomènes électro-magnétiques pourront être produits par les différentes parties du barreau.

Procédé *pour préparer la lithine.*

Par M. Arfwedson.

Ce procédé consiste à exposer un mélange intime de triphane ou spodumène en poudre très-fine, avec de la chaux vive, dans un creuset de Hesse, à une température élevée. On dissout ensuite la masse dans l'acide muriatique, et on évapore la liqueur à siccité pour séparer la silice. On ajoute de l'acide sulfurique, et on chauffe jusqu'à ce que la plus grande partie de l'acide muriatique soit dégagée. On délaie le résidu dans l'eau, et on sépare le liquide du sulfate de chaux par une forte expression. Le liquide est ensuite mis en digestion avec du carbonate d'ammoniaque, pour séparer l'alumine, puis filtré et évaporé. Les cristaux de sulfate de lithine sont aisément séparés du sulfate de chaux restant. Si l'on veut préparer du carbonate de lithine, on décompose le sulfate par l'acétate de baryte ou par celui de plomb, et l'on décompose par la chaleur l'acétate de lithine qu'on obtient, et on sépare le carbonate par solution, etc.

(*The Quarterly Journal.* XIII. 224.)

Sur *la Précipitation du nitrate d'argent par le chlore.*

Les journaux scientifiques anglais ont relevé avec empressement et avec raison l'assertion contenue dans une

note de ce Journal (XVIII, 270), que le chlore ne précipite pas l'argent. Quoique cette assertion doive être attribuée aux rédacteurs, elle est si évidemment une inadvertance, et en opposition avec plusieurs articles contenus dans les *Annales*, que nous aurions cru inutile d'en parler ici, sans l'importance que les rédacteurs anglais ont bien voulu lui donner.

(G.-L.)

ERRATA *pour les tomes* XVIII *et* XX *des* Annales de Chimie et de Physique.

Dans la planche première de la description de l'appareil électrodynamique de M. Ampère insérée dans le tome XVIII, le graveur a mis la lettre e' où il fallait e, et la lettre e où il fallait e'.

Dans le tome XX, page 417, ligne 15 : *au lieu de*, axe, *lisez*, arc.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	758,90	+17,0	80	759,76	+19,9	68	758,68	+20,5	62	760,34	+16,8	82	+20,5	+11,8	Nuageux.	N.
2	761,60	+17,2	82	761,92	+20,2	69	760,45	+20,8	65	760,10	+14,0	84	+20,8	+10,5	Petits nuages blancs.	N. E.
3	759,03	+20,5	78	758,36	+23,0	72	757,50	+21,6	78	758,84	+16,5	91	+23,0	+10,2	Couvert.	S. O.
4	760,93	+19,0	82	760,85	+22,0	68	760,37	+22,2	64	760,90	+15,6	85	+22,3	+13,2	Très-nuageux.	O.
5	759,14	+22,9	78	757,84	+26,0	69	756,24	+25,0	70	755,54	+17,9	87	+26,0	+13,3	Nuageux.	S. O.
6	755,52	+24,0	76	754,70	+26,8	67	753,40	+27,5	63	754,40	+19,0	90	+27,8	+12,8	Légers nuages.	S. faible.
7	759,76	+19,1	79	760,05	+20,8	68	759,65	+20,8	65	759,30	+16,2	82	+21,7	+13,5	Très-nuageux.	O.
8	758,25	+18,9	76	757,30	+23,1	68	756,38	+23,4	65	757,18	+17,0	78	+23,4	+ 9,5	Légères vapeurs.	S. O.
9	758,73	+18,9	76	758,53	+21,5	63	758,70	+20,0	62	759,22	+16,2	81	+22,0	+15,2	Voilé.	O. S. O.
10	761,04	+14,9	94	761,70	+19,9	71	761,40	+19,5	67	761,80	+14,4	88	+20,0	+14,0	Quelques éclaircies.	N. O.
11	758,70	+18,5	84	756,76	+22,7	76	755,80	+23,1	75	754,49	+18,9	90	+24,5	+ 7,5	Petits nuages.	S. S. O.
12	757,98	+20,2	82	757,73	+23,1	77	756,52	+23,6	74	755,12	+19,5	89	+23,6	+15,0	Très-nuageux.	O. S. O.
13	753,23	+18,6	82	753,45	+23,4	78	754,10	+24,0	74	757,94	+14,2	80	+24,0	+13,2	Légers nuages.	S. O.
14	760,50	+13,0	84	759,60	+18,5	70	758,83	+19,1	65	757,60	+15,0	80	+19,1	+ 9,5	Voilé.	E. N. E. fort.
15	756,63	+15,0	78	756,87	+17,1	75	756,46	+18,1	78	757,64	+14,3	94	+18,1	+12,0	Pluie fine.	S.
16	759,38	+17,4	89	759,43	+21,4	84	758,92	+22,6	79	759,42	+19,2	90	+22,6	+12,5	Trouble et nuageux.	S. S. E. faible
17	758,37	+19,2	90	757,43	+23,8	74	756,80	+24,0	70	756,44	+17,8	80	+24,4	+12,5	Petits nuages blancs.	S. O. faible.
18	756,00	+17,1	73	755,60	+22,2	65	755,00	+23,5	55	755,74	+17,7	67	+23,5	+10,1	Légers nuages.	E.
19	756,93	+15,6	74	756,30	+17,2	58	755,04	+18,9	66	754,30	+14,2	73	+18,9	+11,0	Quelques éclaircies.	N. E. faible.
20	753,17	+12,5	70	752,27	+15,8	72	751,62	+17,8	66	751,55	+14,3	75	+17,9	+10,1	Couvert.	E. fort.
21	750,30	+14,0	81	750,00	+16,0	77	749,94	+17,0	75	751,18	+12,8	89	+17,0	+ 9,5	Couvert.	N. E.
22	753,55	+17,5	93	753,32	+21,6	83	752,54	+20,5	80	754,59	+15,3	98	+21,6	+11,5	Couvert.	S. O. fort.
23	755,12	+18,1	90	753,77	+21,5	82	752,10	+19,7	90	749,20	+18,2	94	+21,5	+12,2	Nuageux.	S. O.
24	744,92	+16,5	93	743,46	+16,6	94	741,30	+16,2	97	740,22	+15,5	99	+17,5	+15,5	Pluie continuelle.	S.
25	742,22	+15,2	83	742,88	+17,8	83	742,84	+18,8	72	744,33	+13,2	95	+18,8	+12,7	Quelques éclaircies.	S. O. fort.
26	746,42	+10,0	100	748,06	+12,1	90	749,48	+13,5	84	753,20	+ 9,8	100	+13,5	+ 9,5	Couvert.	N.
27	756,53	+11,0	96	757,47	+12,6	85	757,78	+13,0	79	759,06	+10,5	89	+13,0	+10,2	Couvert.	N. N. O.
28	758,74	+11,1	86	758,15	+13,7	81	757,45	+15,0	78	757,53	+11,9	83	+15,0	+ 9,5	Très-nuageux.	N. N. E.
29	755,54	+10,6	91	755,50	+12,0	85	755,32	+10,4	95	755,16	+ 9,8	99	+12,0	+ 8,9	Couvert.	N. E.
30	754,00	+ 9,9	93	752,88	+14,7	79	751,40	+16,7	75	750,51	+12,7	90	+16,8	+ 6,2	Nuageux.	S. E.
1	759,29	+19,2	80	759,04	+22,3	68	758,28	+22,1	66	758,76	+16,4	85	+22,7	+12,4	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	757,09	+16,7	81	756,54	+20,5	73	755,91	+21,5	70	756,02	+16,5	82	+21,7	+11,3	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 6,665
3	751,74	+13,4	91	751,55	+15,9	84	751,01	+16,1	83	751,50	+13,0	94	+16,7	+10,6	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 6,095
	756,04	+16,4	84	755,71	+19,6	75	755,07	+19,0	73	755,43	+15,0	87	+20,4	+11,4	Moyennes du mois, +15°,9.	

Des *Glacières naturelles, et de la cause qui forme la glace dans ces cavités.*

Par M. Jean-André Deluc, neveu.

Genève, 12 octobre 1822.

Le Cahier de *la Bibliothèque universelle* (1), du mois d'août 1822, renferme un article très-intéressant sur quelques glacières naturelles. Cet article réveillera l'attention des physiciens sur un phénomène qui n'a point encore été mis au nombre des sujets appartenant à la *Géographie physique*, quoiqu'il lui appartienne de droit; et je ne doute pas que dès ce moment il ne fasse partie de cette science.

Les glacières naturelles sont des grottes ou des cavernes dans lesquelles il se forme de la glace qui se conserve toute l'année. La cause de la formation de cette glace a occupé les physiciens qui ont visité ces glacières. Deux explications principales se sont présentées: la première suppose une cause particulière et locale, telle, par exemple, que des courans d'air qui traversent des crevasses communiquant avec l'intérieur de la caverne, et qui, dans leur passage, se refroidissent par l'évaporation de l'eau, humectant les parois de ces crevasses. M. le professeur Pictet, auteur de l'article mentionné ci-dessus, s'est décidé pour cette explication, et il s'appuie par les observations de l'illustre de Saussure sur les caves natu-

(1) Recueil publié à Genève.

relles qui existent en Suisse et en Italie (1). Il sort de ces caves des vents plus froids non-seulement que l'air extérieur, mais que la température du sol du pays dans lequel ces caves sont situées; et il paraît que ce n'est qu'à l'évaporation qu'on peut attribuer cette basse température. Cependant je ferai observer que dans aucun des cas cités par de Saussure, la température de ces vents froids n'était au point de la congélation, et que par conséquent ils ne produisaient point de glace.

La seconde explication consiste à supposer que le froid des hivers pénètre dans ces cavernes, congèle l'eau qui s'y rassemble, et que la glace ainsi formée n'a pas le temps de se fondre pendant les étés suivans. M. le professeur Prevost s'est décidé pour cette explication, ainsi qu'on le voit dans sa lettre insérée dans le *Journal de Genève*, du 21 mars 1789, *sur une glacière naturelle près de Besançon.*

La première explication exige nécessairement qu'il puisse y avoir des courans d'air dans les cavernes qui sont devenues des glacières naturelles. Pour cela, il faut que, outre l'ouverture principale qui sert d'entrée, il y ait quelqu'autre ouverture, petite ou grande, par laquelle le fond de la grotte communique avec l'air extérieur, dans une partie plus élevée de la colline ou de la montagne. Voyons si cette condition se rencontre dans les trois glacières dont M. le professeur Pictet a donné la description; je veux parler de celle qui est à cinq lieues de Besançon, de celle de *Saint-George*, au-dessus de Rolles, dans le

(1) *Voyage dans les Alpes*, § 1404-1415.

canton de Vaud, et de celle du *Mont-Vergi*, dans le Faucigny.

On descend dans la grotte de Besançon par une rampe très-rapide de 64 toises de longueur, 22 toises de largeur, sur 31 toises de chute. Les premières vingt-six toises de cette rampe sont entièrement à découvert, et par conséquent exposées à toutes les intempéries de l'air ; le reste est recouvert d'une voûte à-peu-près elliptique et formée d'un seul rocher. La hauteur de la voûte est de onze toises environ. Du pied de la rampe au fond de la grotte, il y a 22 toises d'un sol d'abord horizontal, puis se relevant et se terminant comme le fond d'un sac. Ainsi la partie de la grotte qui se trouve à couvert, a 68 toises de longueur. Vers son extrémité inférieure, elle est surmontée d'une épaisseur de terrain de 24 toises (1). Au travers de ce terrain, qui est un rocher, il n'y a aucune communication avec l'air extérieur; et M. de Cossigny, qui passa plusieurs heures dans cette cavité glacée, et à différentes reprises, ne parle d'aucun courant d'air ; l'air y est donc tout-à-fait stagnant, et une fois qu'il y aurait là une masse de glace, elle ne pourrait se fondre que très-lentement; car la glace accumulée communique sa température froide à l'air immobile intérieur et au terrain environnant, comme cela arrive dans les glacières artificielles bien construites.

M. de Cossigny, qui visita cette grotte deux fois en

---

(1) *Mémoires* présentés à l'Académie royale des Sciences par divers savans, tome 1. Paris, 1750, page 195. *Lettre* de M. de Cossigny sur la grotte qui se trouve à quelque distance de Besançon, et qu'on nomme *la Glacière*.

1743, aux mois d'août et d'octobre, remarque qu'en tout temps le sol du fond est une nappe entière de glace, et que le terrain du bas de la rampe est très-dur, parce qu'il est gelé. Il y avait cependant un peu d'eau claire en quelques endroits au-dessus de la glace; cette eau pouvait provenir de celle qui dégoutte de la voûte par filtration; car M. de Cossigny, pendant qu'il prenait ses notes, recevait souvent sur les mains et sur son papier de larges gouttes d'eau qui tombaient de divers endroits de la voûte.

Pendant les observations qu'il fit dans ses deux voyages, son thermomètre, placé au fond de la caverne, se fixa à demi-degré au-dessus du point de la congélation; seulement il observa deux fois qu'à midi le thermomètre était monté d'un demi-degré depuis le matin. M. Cossigny remarqua que des masses de glace qui étaient dans l'intérieur le 7 août, étaient fondues en octobre; ce qui prouve que la glace ne s'y forme pas en été plus qu'en hiver, comme on l'a affirmé pour d'autres glacières naturelles.

Il n'y a aucune source dans cette caverne; elle ne reçoit d'autres eaux que celle qui dégoutte de la voûte et celle qui coule par la rampe, dont une partie est à découvert; en sorte que cette partie reçoit chaque année assez d'eau des pluies et des neiges qui se fondent dans la saison, et qui ne peuvent se rendre ailleurs que dans la grotte, où l'air est assez vif pour la glacer. On n'a jamais enlevé, observe M. de Cossigny, et on n'enlève point assez de glace pour faire une diminution sensible à ce que tant de pluies, de neiges et de filtrations fournissent de tous côtés dans cette grotte depuis des milliers d'an-

nées ; d'où il conclut qu'une partie de l'eau qui s'y rassemble doit s'échapper par-dessous en filtrant dans la terre.

M. de Cossigny visita de nouveau cette caverne le 22 avril 1745 ; il y fit deux observations du thermomètre, l'une à cinq heures du matin, et l'autre à midi. Dans la première, le thermomètre se fixa au terme de la glace, et dans la seconde, à un degré au-dessus. L'auteur termine sa lettre en disant que l'état intérieur de la caverne ne change pas notablement de l'hiver à l'été, que le degré de congélation y règne continuellement ; en sorte qu'il n'est pas surprenant que la glace s'y accumule. Il survient seulement par intervalles de petits dégels qui produisent un peu d'eau fluide venant des pyramides de glace ou des gouttes d'eau qui tombent de la voûte, tandis que le sol de la caverne est d'ordinaire une nappe de glace.

Lorsque M. le professeur Prevost visita cette grotte au milieu d'août 1769, tout le fond, depuis le pied de la rampe jusqu'aux lieux où le sol s'élève, était recouvert d'un pavé de glace solide, dans lequel s'ouvraient quelques petits puits où l'eau paraissait voisine du point de la congélation. Ces puits, ou plutôt ces creux, étaient formés par la stillation des eaux supérieures, qui entretenaient par leur chute lente, mais continuelle, ce magasin d'eau et de glace. En sondant un de ces puits, la hauteur de la glace sur le sol parut être d'environ un pied. M. Prevost remarque que l'ouverture de la caverne étant tournée vers le nord presque plein, tirant un peu vers l'est, elle est exposée, en hiver, aux vents glacés qui soufflent de ce rhumb.

Quand on lit avec attention les descriptions précé-

dentes, on est convaincu qu'il n'y a aucune cause particulière et locale qui puisse produire la congélation de l'eau dans cette caverne, telle, par exemple, que des courans d'air produisant une évaporation rapide; mais que la cause cherchée est la cause générale de la congélation, savoir, *le froid des hivers*. Nous avons dit qu'on descend dans cette grotte par une rampe très-rapide, qui a 31 toises de chute; elle est donc très-profonde dans le sens vertical. Lorsque l'hiver survient, l'air froid étant plus pesant que l'air chaud, descend dans cette caverne, et va occuper toute la partie horizontale, qui est très-spacieuse et qui se termine comme le fond d'un sac. Plus l'hiver est rigoureux, plus l'air froid tend avec force à descendre dans cette cavité, et à y rester. Les eaux qui s'y rassemblent se gèlent alors, et forment une nappe de glace. Celles qui dégouttent du plafond forment des cierges, des stalactites de glace. Ces glaçons suspendus tombent, entraînés par leur poids, et se réunissent à la nappe de glace qui couvre le sol.

Quand le printemps et l'été succèdent à l'hiver, l'air chaud extérieur ne peut pas aller déloger l'air glacé du fond, à cause de la plus grande pesanteur spécifique de celui-ci. La chaleur ne peut donc se propager que très-lentement dans cette caverne; aussi voyons-nous que pendant les observations de M. de Cossigny le thermomètre se fixait, en été, à demi-degré au-dessus de la congélation, température qui ne peut fondre que très-peu de glace.

La cause de la formation de la glace au fond de cette grotte est si évidente, qu'elle prévient toutes les objections, et qu'elle applanit les difficultés pour expli-

quer le même phénomène dans les autres glacières naturelles.

Il est important de remarquer que les visites à la glacière près de Besançon furent faites en 1711, 1743 et 1769, années qui, toutes trois, avaient été précédées d'hivers longs et rigoureux, tels que ceux de 1709, 1740 et 1768.

En janvier 1709, le froid fut à Paris de 15° au-dessous de zéro du thermomètre de Réaumur; c'est ainsi du moins que ce savant l'estima en comparant son thermomètre avec celui que de La Hire employa à cette époque (1). L'hiver dura fort long-temps, puisque le 13 mars il gelait encore très-fort; il tomba une grande quantité de neige, la mer gela en quelques lieux de la côte de Provence, et la plupart des arbres fruitiers périrent (2). Pendant cet hiver, un degré de froid considérable dut se concentrer dans la caverne de Besançon; aussi, lorsque M. Billerer la visita, au mois de septembre 1711, trouva-t-il son thermomètre, placé au fond, de quelques degrés au-dessous de la congélation. Il remarqua que la glace était plus dure que celle des rivières, et qu'elle se fondait plus difficilement; il vit trois pyramides de glace de 15 à 20 pieds de haut (3).

L'hiver de 1740 fut remarquable par sa longueur; le thermomètre resta au-dessous de la congélation depuis le premier janvier jusqu'au 9 mars, c'est-à-dire pendant

---

(1) *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, année 1740, page 548.

(2) *Idem*, année 1710, pages 140 et 141.

(3) *Mémoires de l'Académie*, pour 1712.

69 jours. A Paris, les plus grands froids eurent lieu le 10 janvier et le 25 février, où le thermomètre descendit à — 10° $\frac{1}{4}$. Un très-grand vent du nord produisit, du 23 au 24 février, une augmentation de froid considérable et subite (1). Le 5 mars, le thermomètre descendit à — 6° $\frac{1}{2}$. Un assez grand vent qui régnait alors contribua à faire paraître ce degré de froid très-piquant. Trois ans après ce long hiver, M. de Cossigny visita la caverne de Besançon, et l'on ne peut douter qu'une partie de la glace qu'il trouva au fond n'eût été formée en 1740.

Enfin, la visite de M. le professeur Prevost, faite en 1769, avait été précédée des hivers de 1767 et 1768, pendant lesquels le thermomètre était descendu plusieurs fois à — 10°, et une fois à — 14°, et il était tombé une neige très-abondante. Ainsi, en 1767, il y eut 26 pouces de neige à la fois sur la terre, et en 1768, plusieurs chemins aux environs de Genève furent comblés par la neige jusqu'au niveau des haies, parce que cette neige était chassée par une forte bise (2). Il dut entrer alors beaucoup de neige dans la glacière de Besançon, dont la grande ouverture est tournée vers le nord. Cette neige ne pouvait pas descendre jusqu'au fond, mais elle devait rester sur la rampe.

C'est parce que l'année 1743, époque de la première visite de M. de Cossigny, avait été précédée du long

---

(1) *Histoire de l'Académie*, année 1740, pages 547 et 549.

(2) Extrait des observations météorologiques manuscrites de Guil.-Ant. Deluc, faites à Genève pendant l'espace de trente-trois ans.

hiver de 1740, que ce physicien trouva une glace abondante dans la glacière de Besançon, quoiqu'en 1727 elle eût été entièrement enlevée par le duc de Levi, dans le temps du camp de la Saône (1).

Après avoir décrit celle des glacières naturelles qui a été examinée avec le plus de soin, et sur laquelle il ne peut rester aucun doute quant à la cause qui forme la glace dans son intérieur, nous passerons aux autres qui ont été décrites par M. le professeur Pictet.

Je commencerai par celle de *Saint-George*, située dans le Jura, à la hauteur de 427 toises au-dessus du lac de Genève. C'est une cavité profonde d'environ 25 pieds, dans laquelle on descend par deux ou trois échelles, dont la première est droite, et dont l'autre ou les deux autres sont inclinées comme le terrain sur lequel elles reposent. L'on arrive au bas de ces échelles dans une espèce de salle, dont la voûte est formée par des couches qui se rencontrent sous différens angles. Lorsque M. Colladon, pharmacien de Genève, visita cette glacière, le 4 octobre 1807, il y avait beaucoup de neige à l'entrée perpendiculaire la plus en butte aux vents. De même, à la fin de juillet 1822, il y avait un monceau de neige au pied des échelles. Dans les deux occasions, cette neige s'était conservée depuis l'hiver précédent, malgré les chaleurs de l'été. Quand on a fait quelques pas dans cette cavité, sur un terrain pierreux, on marche sur une glace très-épaisse, qui est renfermée dans un profond bassin. La longueur de la surface

---

(1) *Mémoires* présentés à l'Académie des Sciences, tome 1, Paris, 1750, page 208.

glacée était, lors du voyage de M. Pictet (1), de 75 pieds, et la largeur moyenne de 40 pieds; le thermomètre se maintenait à + 1° vers le milieu de la grotte à deux pieds au-dessus de la surface de la glace. Le mur naturel qui contient la glace à droite est presque vertical.

Nous voyons que cette glacière est une espèce de puits, dont le fond est beaucoup plus étendu que l'ouverture. Avec une telle conformation, on ne conçoit pas comment un courant d'air pourrait s'y établir; aussi M. Pictet n'en aperçut-il aucun. Une glacière artificielle ne pourrait pas être mieux placée pour que la glace pût s'y conserver; car une condition essentielle pour cette conservation, est que l'air ne s'y renouvelle pas, afin qu'il garde tout le froid que l'hiver et la glace formée lui communiquent. La neige qui s'engoufre à l'entrée de cette grotte pendant l'hiver, et dont une partie paraît y rester toute l'année, contribue avec la nappe de glace à maintenir dans l'intérieur la température de la congélation; en sorte qu'il arrive quelquefois en été que pendant la nuit les morceaux de glace que l'on coupe et qu'on laisse en contact se trouvent adhérer entre eux. Cette glacière, par sa position dans un creux profond dans le sens vertical, a beaucoup de rapport avec celle de Besançon, et il est clair par conséquent que c'est par les mêmes causes que la glace s'y forme et s'y conserve. Le froid qui y règne en été n'est pas plus extraordinaire que celui qui règne dans une glacière artificielle; c'est la glace formée qui retient, pour ainsi dire, prisonnier le froid de l'hiver.

---

(1) Le 7 juillet 1822.

La troisième glacière naturelle dont nous devons nous occuper est celle du mont *Vergi*, située à une hauteur d'environ 800 toises au-dessus du niveau du lac. Son entrée est une voûte surbaissée qui a 43 pieds de largeur à sa base et 17 pieds de hauteur. Depuis l'entrée, la cavité s'élargit beaucoup. L'excavation a 122 pieds de longueur; on y descend par un plan incliné en pente douce au bas duquel est une esplanade horizontale de glace vive de 70 pieds de longueur sur 30 de largeur. Vers le fond, cette glace monte en pente contre le rocher qui termine la grotte. La température, à un pied au-dessus de la glace, était à + 1°,2. Tel était l'état de la glacière lorsque M. le professeur Pictet la visita le 17 juillet 1822. Voici maintenant ce qu'elle présenta à M. Colladon, lorsqu'il y monta le 21 juillet 1807. Je copierai ses propres paroles tirées d'un Mémoire manuscrit.

« A droite, à quelques pieds de l'entrée, on voyait » une petite étendue d'eau qui pouvait avoir un pied » dans sa plus grande profondeur; l'eau nageait sur un » fond de glace très-dure dont on ne pouvait connaître » l'épaisseur. On descend de 2 ou 3 pieds, depuis l'en- » trée jusqu'au bord de l'eau (1). Deux thermomètres, » dont l'un a été placé dans l'eau et l'autre à quelques pas » de l'entrée, près de terre, accusaient zéro du thermo-

(1) Cette eau était probablement le produit de la fonte partielle de la glace par la chaleur de l'été. Il est singulier qu'il n'y eût point d'eau lorsque M. Pictet visita cette grotte, puisque c'était à la même époque de l'année et que la chaleur avait été très-grande. L'eau se serait-elle écoulée par

» mètre commun. Au fond, contre les parois de la » grotte, on voyait quelques stalactites d'une glace très- » belle. Nous n'aperçûmes aucun courant d'air, aucune » communication dans le fond de la glacière avec l'air » extérieur » : ce qui se conçoit facilement puisqu'elle est creusée dans une masse de rochers qui appartient à la masse centrale de la montagne. L'observation de M. Colladon est positive ; ainsi donc il n'y a dans cette grotte d'autre ouverture que la voûte surbaissée par laquelle on y entre. Elle est, comme les deux précédentes, placée de manière à ce que l'air ne puisse s'y renouveler que très-lentement. Ce n'est donc pas à des vents froids particuliers qui traverseraient cette grotte que l'on peut attribuer la formation et la conservation de l'esplanade horizontale de glace qu'on y observe ; il n'y a d'autre cause que le froid des hivers, qui sont très-rigoureux et très-longs à la hauteur où cette glacière est située (1).

Il paraît que, dans les trois glacières dont nous venons de nous occuper, il y a un fond plat ou plutôt creux où les eaux peuvent former un étang plus ou moins profond, et d'où par conséquent elles ne peuvent pas

---

quelque endroit, et aurait-elle laissé ainsi la glace à découvert ? Deux mois après la visite de M. Pictet, un autre observateur trouva que l'étendue de la glace avait diminué de 20 pieds ; ce qui prouve que la glace se fond en été, bien loin de se former.

(1) Si les deux dernières cavernes étaient placées au niveau des plaines, elles ne seraient pas devenues des glacières naturelles.

s'écouler; c'est là qu'elles se gèlent en hiver; et comme ce sont des endroits renfermés où l'air ne peut pas circuler, les chaleurs de l'été ne peuvent y pénétrer que très-faiblement. La glace, une fois formée dans de telles cavités, ne se fond que très-lentement; car l'on sait que la glace, en se fondant, absorbe 60 degrés de chaleur; et où trouver cette chaleur dans un air toujours glacé et presque immobile? Par un froid rigoureux, la glace se forme avec une très-grande promptitude, tandis qu'elle se fond avec beaucoup de lenteur, lors même que la température de l'air est de plusieurs degrés au-dessus de zéro; quelle ne doit donc pas être cette lenteur lorsque la température de l'air intérieur ne s'élève en été que d'un degré au-dessus du point de la congélation! Il faudrait plusieurs étés pour fondre cette glace lors même qu'elle ne se reformerait pas chaque hiver.

Avant de terminer, je dirai quelques mots de la glacière souterraine de Fondeurle, située dans le département de la Drôme, à quatre lieues au nord de Die (1). Elle se trouve sous le bord d'un plateau élevé de plus de cinq mille pieds au-dessus du niveau de la mer. C'est une caverne de 200 pieds de profondeur avec beaucoup d'irrégularités dans sa largeur. Un grand nombre de stalactites de glace limpide sont suspendues au plafond, dont plusieurs atteignent le plancher et se confondent avec le pavé de glace. En détachant quelques-unes des colonnes de glace, M. Héricart de Thury vit qu'elles étaient creuses en dedans et qu'elles étaient tapissées intérieu-

(1) *Journal philosophique d'Edimbourg*, vol. II, année 1820, pag. 80-82.

rement de beaux cristaux de glace. Le pavé de glace était entièrement composé de parties cristallisées présentant des prismes hexaèdres. On rompt quelquefois la glace du plancher de la caverne pour la porter dans les villes voisines, et même à Valence, dont la distance est de plus de huit lieues.

Nous voyons que cette glacière présente des phénomènes tout-à-fait semblables à ceux des autres glacières : c'est un pavé de glace qui occupe le fond, ce sont des stalactites de glace formées par la stillation des eaux qui se gèlent tant que l'air intérieur est au-dessous de la congélation. L'auteur de la description ne parle ni de crevasses dans l'intérieur de la grotte qui communiqueraient avec l'air extérieur, ni d'un vent froid particulier qui en sortirait.

Pour expliquer tous les phénomènes des glacières naturelles, il faudrait visiter la même plusieurs fois par année, par exemple, tous les mois, et surtout en hiver, pour suivre les progrès de la formation de la glace, estimer ce qui peut s'en fondre pendant le courant de l'été, observer le thermomètre chaque fois, et voir quelles variations de température l'air éprouve dans l'intérieur, correspondantes aux variations de température de l'atmosphère. Il faudrait faire aussi des observations sur les glacières artificielles pendant une année ; nous connaîtrions ainsi l'influence frigorifique d'une masse de glace une fois formée, sur la température de l'air intérieur et sur celle de la maçonnerie ou du rocher qui contient la glace. Je ne doute pas que les petites variations annuelles ne fussent les mêmes dans les glacières artificielles que dans les glacières naturelles, et que les mêmes causes n'agissent

dans les unes comme dans les autres ; et nous savons que, dans les glacières artificielles, il n'y a d'autre cause de froid que la glace qu'on y accumule. Plus la glacière approche des glacières naturelles par sa grandeur, et plus on y accumule de glace, plus celle-ci se conserve longtemps.

Exposé *de quelques résultats obtenus par l'action combinée de la chaleur et de la compression sur certains liquides, tels que l'eau, l'alcool, l'éther sulfurique et l'essence de pétrole rectifiée.*

Par M. le Baron Cagniard de La Tour.

On sait qu'au moyen de la marmite à Papin on peut élever la température des liquides beaucoup au-dessus du terme ordinaire de leur ébullition ; et l'on est porté à croire que la compression intérieure qui s'augmente avec la température devrait être un obstacle à l'évaporation totale du liquide, surtout si l'espace laissé au-dessus de ce liquide n'est pas d'une certaine étendue.

En y réfléchissant, il m'est venu à la pensée que la dilatation d'un liquide volatil avait nécessairement une limite au-delà de laquelle ce liquide devait, malgré la compression, passer à l'état de vapeur, pour peu que la capacité de l'appareil permît à la matière liquide de s'étendre au-delà de son *maximum* de dilatation.

Pour vérifier ce fait j'ai introduit dans une petite marmite à Papin, construite avec un bout de canon de fusil très-épais, une certaine quantité d'alcool à 36 de-

grés et une bille ou sphère de silex ; le liquide occupait à-peu-près le tiers de la capacité intérieure de l'appareil. Ayant observé l'espèce de bruit que la bille produisait en la faisant rouler dans le canon d'abord froid, et ensuite échauffé peu à peu sur un brasier, je suis arrivé à un point où la bille semblait bondir à chaque percussion, comme s'il n'avait plus existé de liquide dans le canon. Cet effet, qui se distinguait encore mieux en appuyant contre l'oreille le bout du manche qui sert à tenir la machine, cessait d'avoir lieu en la laissant refroidir et se reproduisait dès qu'on lui avait restitué la température nécessaire.

La même expérience répétée avec de l'eau n'a pu réussir qu'imparfaitement à cause de la haute température qu'il a fallu employer, et qui nuisait à l'exacte fermeture de l'appareil.

Il n'en a pas été de même de l'éther sulfurique et de l'essence de pétrole, lesquels ont présenté les mêmes résultats que l'alcool.

Afin de pouvoir observer plus facilement encore ces effets de la chaleur et de la compression, j'ai introduit les mêmes liquides dans de petits tubes de verre fermés d'un bout, et qui l'ont été ensuite de l'autre au moyen de la flamme de chalumeau. On avait soudé à chaque tube une queue en verre servant de manche pour le tenir à la main.

Un des tubes dans lequel on avait mis de l'alcool, à-peu-près les deux cinquièmes de sa capacité, a été chauffé avec les ménagemens nécessaires pour éviter de casser le tube; à mesure que la liqueur s'est dilatée, sa mobilité est devenue de plus en plus grande. Le liquide, après être parvenu à-peu-près au double de son volume primitif, a dis-

paru complètement, et s'est converti en une vapeur tellement transparente que le tube semblait être tout-à-fait vide; mais en le laissant refroidir un moment, il s'y est formé un nuage très-épais, après lequel la liqueur a reparu dans son premier état.

Un second tube dont la capacité était occupée presqu'à moitié par le même liquide, a présenté un résultat semblable; mais un troisième où le liquide occupait un peu au-delà de cette moitié s'est brisé.

Des épreuves semblables faites sur l'essence de de pétrole marquant au pèse-liqueur 42 degrés, et sur l'éther ont présenté des résultats analogues, si ce n'est que l'éther a paru exiger moins d'espace que l'essence de pétrole pour se réduire en vapeur, sans casser les tubes, et celle-ci moins que l'alcool; ce qui semblerait indiquer que plus un liquide est déjà dilaté de sa nature, moins il a de volume à prendre pour atteindre son *maximum* d'expansion.

Tous les tubes de ces épreuves avaient été purgés d'air avant d'être fermés; les expériences répétées avec des tubes dans lesquels l'air a été laissé ont présenté des résultats semblables; la dilatation progressive de la liqueur a été même plus facile à juger dans ces derniers où il n'y a pas eu d'ébullition incommode comme dans les autres.

Une dernière épreuve a été faite sur un tube de verre dans lequel on avait mis de l'eau, environ le tiers de sa capacité; ce tube a perdu sa transparence et s'est brisé peu d'instans après. Il paraît que par une forte chaleur l'eau devient susceptible de décomposer le verre en s'emparant de son alcali; ce qui donne lieu de penser qu'on

pourrait peut-être obtenir quelques autres résultats intéressans pour la chimie, en multipliant les applications de ce procédé de décomposition.

En observant avec soin les tubes d'épreuves où l'air avait été laissé, on a remarqué que ceux dans lesquels la matière liquide n'avait pas tout-à-fait l'espace nécessaire pour atteindre la dilatation qui précède sa réduction en vapeur, on a remarqué, dis-je, que ces tubes ne se brisaient pas toujours aussitôt après que le liquide paraissait avoir rempli complètement cet espace, et que l'explosion était d'autant plus tardive que l'excédant du liquide avait été moins sensible.

Ne pourrait-on pas en tirer la conséquence que les liquides qui sont d'ailleurs peu compressibles à une basse température, le deviennent cependant davantage à une température supérieure ? à plus forte raison dans le cas dont il s'agit, où le liquide est tout près de devenir fluide élastique sous une pression qui, suivant les calculs de la théorie, semblerait être de plusieurs centaines d'atmosphères.

A cet égard, on croira sans doute avec peine qu'un petit tube de verre de trois millimètres de diamètre intérieur, et ayant à peine un millimètre d'épaisseur, puisse résister à un effort d'écartement aussi considérable ; peut-être aimera-t-on mieux supposer que les molécules d'un fluide élastique et particulièrement d'un fluide vapeur, sont susceptibles, à un certain degré de compression et de chaleur, de contracter un changement d'état comparable à celui d'une demi-fusion et capable de faciliter une réduction de volume plus grande que celle due à la pression véritable.

En attendant qu'on puisse éclaircir ces doutes par quelques nouvelles expériences, il nous semble qu'on peut résumer tout ce qui vient d'être rapporté par les conclusions suivantes :

1°. Que l'alcool à 36 degrés, l'essence de pétrole rectifiée à 42 degrés, et l'éther sulfurique soumis à l'action de la chaleur et de la compression, sont susceptibles de se réduire complètement en vapeur sous un volume un peu plus que double de celui de chaque liquide;

2°. Qu'une augmentation de pression occasionnée par la présence de l'air dans plusieurs des expériences qui viennent d'être citées, n'a point apporté d'obstacle à l'évaporation du liquide dans le même espace, qu'elle à seulement rendu sa dilatation plus calme et plus facile à suivre jusqu'au moment où le liquide semble s'évanouir tout-à-coup ;

3°. Que l'eau, quoique susceptible sans doute d'être réduite en vapeur très-comprimée, n'a pu être soumise à des expériences complètes faute de moyens suffisans pour assurer l'exacte fermeture de la marmite de compression, non plus que dans les tubes de verre dont elle altère la transparence en s'emparant de l'alcali qui entre dans leur composition.

J'ai présumé que cette note pourrait intéresser particulièrement ceux qui s'occupent de l'application des machines à vapeur, et donner aussi peut-être quelques légers indices pour la solution de la question relative à la compressibilité des liquides, proposée pour sujet de prix, il y a peu de temps, par l'Institut; c'est ce qui m'a déterminé à la présenter à la classe, mon ambition principale étant

de lui prouver que je cherche à me rendre de plus en plus digne de l'accueil favorable qu'elle a bien voulu accorder à mes précédens travaux.

Paris, le 12 août 1822.

Sur *l'Etat où se trouvent l'eau et les matières aériformes dans les cavités de certains cristaux.*

Par Sir Humphry Davy.

Il y a peu de recherches dans les sciences naturelles plus dignes de stimuler la curiosité que celles qui se rapportent aux changemens qu'ont éprouvé les matières dont se compose la surface de notre globe. L'imagination est excitée par la grandeur des opérations, l'obscurité des phénomènes et l'éloignement des temps où ils se sont développés; toutes les facultés intellectuelles doivent être mises en jeu, soit pour découvrir des faits ou des analogies, soit pour instituer des expériences, à l'aide desquelles ces phénomènes puissent être rapportés à des causes connues.

Les cristallisations dont se composent toutes les roches nommées communément primitives; celles qu'on trouve en si grande abondance même dans les roches appelées secondaires, prouvent qu'une partie considérable des matériaux de la surface du globe a dû être soit fluide soit aëriforme : car c'est uniquement dans l'un de ces états que l'arrangement régulier des mollécules des corps constituant les cristaux a pu se produire.

Les géologues reconnaissent, en général, que le plus grand nombre des substances minérales cristallines a dû exister primitivement à l'état liquide; mais les différentes écoles ont admis diverses causes pour expliquer cette liquidité. Les uns l'attribuent principalement à l'action de l'eau; les autres à celle du feu.

Quand on considère, cependant, que la faculté dissolvante de l'eau dépend de son degré de chaleur; qu'elle ne dépose les matières solides qu'en changeant d'état ou de température, et qu'il doit exister toujours sur le globe la même quantité de ce liquide, puisqu'il gravite comme toutes les autres substances, il devient difficile de trouver beaucoup de force dans les argumens des Werneriens ou Neptuniens, car ils ont en général négligé dans leurs spéculations les lois des attractions chimiques.

A cet égard, au contraire, il existe un grand nombre de circonstances qui sont favorables aux vues particulières des Huttoniens ou Plutoniens, relativement aux causes de la cristallisation : telles par exemple que la figure aplatie de la terre, la facilité avec laquelle la chaleur, substance rayonnante, peut se perdre et se dissiper dans l'espace, et enfin les observations qui paraissent montrer l'existence actuelle d'une haute température dans l'intérieur du globe.

Très-souvent, dans le cours de mes recherches chimiques, j'ai cherché des faits ou des expériences qui jetassent quelque jour sur un sujet aussi obscur, mais sans succès : c'est seulement, il y a environ trois ans, qu'en songeant à l'état où doivent se trouver l'eau et le gaz qui sont renfermés dans l'intérieur de certains cristaux, il me parut que ces curieux phénomènes pourraient être

examinés de manière à offrir quelque important argument relativement aux causes de la formation des cristaux.

Personne n'ignore que l'eau et les autres liquides, aux températures ordinaires, se dilatent plus par la chaleur que les substances terreuses en général, et siliceuses en particulier. Or, si l'on suppose que les cristaux en question ont été formés, et conséquemment que l'eau ou tout autre fluide a pénétré dans les vacuoles qu'on y observe, à une pression et à une température peu différentes de celles de l'atmosphère actuelle, le fluide y occupera le même espace qu'au moment de son entrée, et le gaz, en le supposant non absorbable, y existera au même degré de pression. Au contraire, si le phénomène a eu lieu à une température fort supérieure à celle qu'a maintenant le globe, on peut s'attendre à trouver dans la cavité un vide provenant de l'excès de contraction qu'a dû éprouver le liquide en se refroidissant; et quant aux gaz, s'il y en existait, qu'ils doivent être maintenant très-raréfiés. Il est vrai qu'en admettant une beaucoup plus haute température à la surface du globe, il faut aussi supposer que l'atmosphère de vapeur aqueuse avait un poids plus considérable que de nos jours; circonstance qui a pu modifier le volume du fluide au moment de son introduction dans le cristal, puisque tous les liquides sont *compressibles*.

Cette circonstance nous empêchera, il est vrai, de tirer de nos expériences quelque conclusion précise relativement à la température qu'a dû éprouver le cristal; mais, à d'autres égards, elles promettent d'intéressans résultats. J'étais, au reste, d'autant plus désireux de les faire, que la nature des substances liquides ou gazeuses, renfermées

dans les cristaux de roche et autres pierres siliceuses, n'a jamais, je crois, été exactement déterminée.

J'achetai donc quelques cristaux; et plusieurs autres m'ayant été confiés par mes confrères les administrateurs du Muséum britannique, et par le professeur Buckland, je commençai mes expériences. Il serait peu convenable que j'occupasse la Société royale d'une description minutieuse de mes manipulations : je dirai donc seulement que je fis percer des trous dans les cristaux, par M. Newman, à l'aide de diamans; que cette opération s'exécutait toujours ou dans l'eau distillée ou dans le mercure; qu'on faisait dégager les gaz en introduisant de fils dans les cavités; et quant aux fluides, qu'on les extrayait en se servant de tubes capillaires. Ensuite il fallait faire des expériences pour déterminer les espaces qu'ils occupaient : préalablement on les avait mesurés et marqués sur le cristal. La nature chimique des gaz et des liquides était déterminée par des procédés trop bien connus des chimistes de cette Société pour qu'il soit nécesaire de les décrire, d'autant mieux qu'ils n'offraient de difficulté qu'à cause des petites quantités sur lesquelles il fallait opérer.

Les trois premiers cristaux que j'ai examinés provenaient de Schemnitz en Hongrie. Les cavités qu'ils renfermaient n'étaient perméables ni à l'air ni à l'eau, comme je m'en suis assuré en plaçant ces cristaux, soit à nu, soit dans l'eau, sous le récipient d'une machine pneumatique dans lequel on avait fait le vide. Toutes les expériences ont été précédées d'une semblable épreuve, pour éviter les difficultés qui se seraient présentées sans cela dans les conclusions.

De quatre cavités qui existaient dans ces cristaux, une fut percée sous l'huile, trois sous l'eau distillée, la quatrième sous le mercure. Dans tous les cas, à l'instant où la perforation atteignit la cavité, le liquide s'y précipita, et le globule de gaz éprouva une contraction qui le réduisit du sixième au dixième de son volume primitif. Le fluide, dans tous ces cristaux (dans deux en particulier, j'en fis l'examen avec le plus grand soin), était de l'eau presque pure ou contenant à peine une petite portion de sulfates alcalins. Le fluide aériforme, autant qu'il est possible de le décider, en opérant sur d'aussi petites quantités, me parut de l'azote pur.

La cavité la plus spacieuse dans les cristaux que le professeur Buckland m'avait confiés contenait $74\frac{1}{2}$ grains de mercure, et l'espace occupé par l'eau seulement $48\frac{1}{10}$ grains du même métal : il restait donc $26\frac{4}{10}$ grains pour l'espace occupé par le fluide aériforme. Après avoir percé le trou, le globule d'air égalait en volume un globule de mercure du poids de $4\frac{2}{10}$ grains; en sorte qu'il s'était contracté entre six et sept fois.

Dans d'autres essais, les cavités s'étant trouvées beaucoup plus petites, les quantités de gaz et de fluide qu'elles renfermaient ne purent pas être exactement mesurées; mais il me parut qu'il y avait à-peu-près le même rapport entre l'espace rempli de fluide et celui qu'occupait la matière aériforme, dont la contraction fut toujours évidemment plus grande, et, dans un cas, s'éleva à moins du $\frac{1}{10}$ du volume primitif.

On ne connaissait pas la localité d'où provenait le quatrième cristal sur lequel j'opérai; mais j'ai lieu de croire qu'on l'avait apporté de Guanaxuato, au Mexique;

car il ressemblait beaucoup à des échantillons de ce lieu-là que possède M. Heuland. La cavité, dans ce cristal, était extrêmement petite; en l'ouvrant sous l'eau, l'espace occupé par le gaz fut réduit de $\frac{1}{8}$ à moins de $\frac{1}{25}$me de pouce en diamètre (1); en sorte que la raréfaction était plus grande ici que dans les autres cas. Quant à l'eau, il y en avait trop peu pour qu'on pût l'analyser minutieusement; mais elle me parut presque pure, car elle produisait un nuage à peine sensible dans des solutions de nitrate d'argent ou de muriate de baryte.

C'était une chose intéressante que de rechercher si les mêmes circonstances se présenteraient dans des productions trouvées au milieu de roches généralement considérées comme ayant une origine ignée, telles que les calcédoines renfermant de l'eau, qu'on rencontre parmi les roches basaltiques des environs de Vicence. Ces dernières expériences furent beaucoup plus faciles, et j'obtins abondamment les échantillons dont j'avais besoin des mêmes sources que j'ai déjà citées. Quoique l'expérience m'ait montré que plusieurs de ces cristaux étaient perméables à l'air et pouvaient être remplis d'eau artificiellement, cependant j'en ai aussi rencontré un bon nombre dans lesquels les parois de la cavité ne laissaient passer aucun atome ni d'air ni d'eau.

Tous mes résultats furent analogues aux précédens.

---

(1) Je n'ai pas cru nécessaire de rapporter les hauteurs du thermomètre et du baromètre, mon objet étant seulement d'établir des résultats généraux, et les différences provenant de changemens de pression et de température étant tout-à-fait inappréciables quand on opère sur d'aussi petites quantités.

Le fluide renfermé dans les cavités était de l'eau presque pure et produisant un nuage à peine visible dans des solutions de nitrate d'argent ou de baryte ; le gaz était de l'azote, mais plus raréfié que dans le cristal de roche ; car sa densité était de soixante à soixante-dix fois moindre que celle de l'air atmosphérique.

Le rapport de l'espace occupé par l'eau au volume total de la cavité était plus grand que dans le cristal de roche. Dans un échantillon conservé au Muséum britannique, sur lequel les expériences ont été faites avec le plus d'exactitude, et qui pesait 380 grains, la quantité d'eau se trouva de $29\frac{9}{10}$ grains; tandis que l'espace occupé par la matière aériforme correspondait à $11\frac{7}{10}$ gr. Le volume de cette matière à la pression ordinaire était au volume raréfié comme 1 est à 63.

Il me vint dans l'esprit que l'air atmosphérique avait pu être, à l'origine, le gaz renfermé dans ces cristaux et pierres siliceuses, et que l'eau s'était emparée de l'oxigène : l'expérience parut confirmer cette conjecture. Je plaçai une calcédoine, qu'on venait de percer, dans de l'eau purgée d'air, sous la cloche d'une machine pneumatique où l'on fit le vide, jusqu'au moment où une portion du gaz que renfermait la cavité du cristal, après s'être dégagée, se fût rendue dans un récipient convenable. En examinant ce gaz à l'aide du gaz nitreux, je reconnus qu'il contenait à-peu-près autant d'oxigène que l'air atmosphérique; en sorte qu'il y a toute raison de croire que pendant qu'on faisait le vide, l'eau renfermée dans la cavité du cristal laissa dégager de l'oxigène. J'essayai de me procurer des roches calcaires secondaires ou des cristaux qui leur appartinssent, sur lesquels il fût

possible de répéter les mêmes expériences ; mais, dans mes nombreux essais, je n'en ai pas encore rencontré d'imperméables à l'atmosphère : après avoir percé leurs cavités, j'y ai toujours trouvé l'air atmosphérique à la densité ordinaire.

Je fus étonné de trouver cette perméabilité même dans des cristaux de spath calcaire recueillis au centre de roches calcaires ; toutefois les cavités qui contenaient de l'air atmosphérique ne se remplissaient pas entièrement d'eau, quand on plaçait la pierre sous ce liquide dans le récipient d'une machine pneumatique privé d'air. Mais si on place la pierre sèche sous un récipient successivement rempli et vidé de gaz hydrogène, on trouvera ensuite, en perçant la cavité, que l'air y est mêlé d'hydrogène : ce qui prouve que la substance de la pierre était perméable à ce gaz.

J'espère être bientôt en mesure de faire de nouvelles recherches sur cet objet ; mais il paraît déjà difficile d'expliquer l'état de raréfaction où se trouve la matière aériforme dans les cavités du cristal de roche ou des calcédoines, autrement qu'en supposant que ces cristaux ont été formés à des températures supérieures à la température actuelle de la surface du globe. L'hypothèse la plus naturelle consisterait, ce me semble, à admettre que l'eau et la silice étaient primitivement dans un état d'union chimique, et que leur séparation fut la conséquence de l'abaissement de température.

A la température de l'hiver arctique, l'eau est constamment cristallisée ; à l'état fluide, sa faculté dissolvante augmente à mesure qu'elle devient plus chaude ; sous la forme élastique, la densité de sa vapeur s'accroît en

raison de l'augmentation de calorique ; une atmosphère de vapeur d'eau, alimentée par une source indéfinie, peut donc rendre ce liquide capable de recevoir un très-haut degré de chaleur. La chaux retient de l'eau à l'état de combinaison lorsqu'on l'expose à une chaleur supérieure à 250° Fahr. (+ 121° centigrades) ; la baryte en retient (même sous la pression ordinaire) à une forte chaleur rouge, et se fond avec elle. Il est extrêmement probable qu'un hydrate de silice liquide existe, sous une certaine pression, à des températures élevées, et que, semblable en cela à tous les corps liquides, il contient de petites quantités d'air atmosphérique. Cette unique supposition suffit pour expliquer les phénomènes présentés par l'eau que les cristaux de roche et les calcédoines renferment.

Toutefois, comme on peut supposer que la vapeur aqueuse, en admettant qu'elle ait été renfermée dans les cavités, doit avoir eu quelque influence sur ces phénomènes, aucune conclusion précise ne pourra être déduite du degré apparent de contraction de l'eau, depuis surtout que les ingénieuses recherches de M. Perkins ont montré que ce liquide est beaucoup plus compressible qu'on ne l'avait anciennement imaginé. Il est clair, en effet, qu'un volume d'eau, à quelque température qu'on le suppose, doit être modifié par la pression à laquelle il est exposé; en sorte qu'un poids compressif, suffisamment grand, peut non-seulement arrêter l'effet expansif de la chaleur, mais encore produire une contraction.

Je n'entrerai pas aujourd'hui dans toutes les spéculations que ce sujet pourrait offrir, et je terminerai en faisant remarquer que le fait de l'existence de l'eau dans

les roches cristallines a été considéré par les Neptuniens comme contraire au plus haut degré à l'idée que ces corps ont une origine ignée, tandis qu'il peut offrir, ainsi qu'on vient de le voir, un argument décisif en faveur de l'opinion à laquelle on l'opposait.

Appendix.

Depuis que l'écrit précédent a été communiqué à la Société royale, j'ai fait quelques nouvelles expériences sur le même sujet : toutes, deux exceptées, ont offert des résultats analogues à ceux que j'ai déjà rapportés en détail, et il serait inutile d'y revenir; mais les deux en question, par leur singularité, ne sont pas, je crois, indignes d'une mention particulière. En examinant, avec M. Heuland, les beaux échantillons de cristal de roche que renferme la collection de M. Charles Hampden Turner, j'en aperçus un qui, d'après M. Heuland, provenait de la Gardette, en Dauphiné, et dans la cavité assez considérable duquel existait un liquide brun et visqueux, semblable, quant à l'aspect et à la consistance, à de l'huile de lin. Comme l'espace vide ou rempli de matière aériforme me paraissait considérable, relativement à celui qu'occupait le liquide, je témoignai le désir de percer le cristal; M. Turner, en ayant été informé, eut l'extrême bonté de m'en faire cadeau, et j'entrepris aussitôt, avec l'aide de M. Newman, les expériences ordinaires. La cavité était pyramidale et avait près d'un tiers de pouce de diamètre. Je reconnus bientôt que le fluide qu'elle renfermait n'était pas de l'eau, puisqu'il se congelait et devenait opaque à la tempéra-

ture de 56° Farh. = + 13°,3 centigrades. Quand le cristal fut percé, l'eau distillée sous laquelle se faisait l'opération s'y introduisit à l'instant, et remplit la totalité de la cavité ; d'où il résulte que cette cavité ne devait primitivement renfermer d'autre substan e aériforme que la vapeur de la matière fluide. J'essayai vainement de recueillir une portion du fluide pour le soumettre à l'analyse ; mais à peine remplissait-il le $\frac{1}{6}$ du volume de la cavité. L'eau, en s'introduisant dans le cristal, devint blanche et trouble, apparemment par l'influence de la substance ; je reconnus aussi que celle-ci nageait à la surface de l'eau, ne présentait aucun goût distinct, mais avait une odeur analogue à celle du naphte. Son mélange avec l'eau se comportait quand on l'échauffait comme une huile fixe, et semblait n'entrer en ébullition qu'à une température élevée. La substance enflammée donnait naissance à une fumée blanchâtre.

Le fait de l'existence d'un vide parfait dans une cavité renfermant une substance expansible, mais peu volatile, peut être considéré comme hautement favorable à la théorie qui assigne aux cristaux une origine ignée : l'autre expérience est d'une nature toute opposée, quoique ses résultats *puissent* être expliqués dans la même hypothèse.

En examinant, dans la collection de l'*Institution royale*, un cristal qui provient, je crois, du *capaô d'Olanda*, province de *Minas Geraes*, au Brésil, je remarquai que la quantité de matière aériforme était extrêmement petite relativement à la quantité de liquide ; car, dans deux ou trois des cavités elle n'occupait pas le $\frac{1}{10}$ ou le $\frac{1}{12}$ de l'espace ; d'après les circonstances de

son mouvement, ce fluide élastique me paraissait plutôt comprimé que dilaté : or, c'est en effet ce qui avait lieu réellement, comme je le reconnus en perçant les parois des cavités; car le gaz acquit à l'instant un volume *dix* ou *douze* fois plus grand. Le fluide était de l'eau; mais il ne fut pas possible de reconnaître la nature de la très-petite partie de substance aériforme que la cavité renfermait.

Il serait intéressant de déterminer les circonstances et les localités dans lesquelles on trouve les cristaux de ce genre. S'ils ont une origine ignée, ils doivent avoir été formés sous une pression immense occasionée, soit par une atmosphère, soit par un fluide, et capable de produire une compression supérieure à la dilatation engendrée par la chaleur : cette supposition, d'après les expériences de Perkins déjà citées, n'a rien qui puisse répugner.

MÉMOIRE

Sur les Densités des vapeurs.

PAR Mr CES. DESPRETZ.

(Lu à l'Académie des Sciences le 5 novembre 1821.)

IL a été fait des recherches pour la détermination des densités à différentes pressions; et ce n'est que depuis peu d'années que l'on connaît avec exactitude les densités de quelques vapeurs à la pression ordinaire de l'atmo-

sphère. On sait que pour ce dernier cas, M. Gay-Lussac a donné un procédé à la fois simple et vigoureux.

Ce Mémoire fait partie d'un travail que j'ai entrepris sur les vapeurs, et se trouve lié aux deux Mémoires que j'ai eu l'honneur de lire devant l'Académie.

Le procédé suivi pour comparer les poids des gaz n'a jamais été appliqué aux vapeurs, et cela, parce que l'on prévoyait bien qu'en prenant les densités à la température de l'ébullition du liquide, le contact des parois froides du ballon devait opérer la liquéfaction d'une portion de la vapeur; il n'en serait pas ainsi, si les expériences se faisaient à la température des corps environnans. On pourrait peser les vapeurs comme on pèse les gaz; c'est ce que je pense avoir fait le premier. On se procure facilement, par le procédé que je vais indiquer, de la vapeur à différentes densités, pour une même température ou pour des températures différentes.

L'utilité des recherches qui font le sujet de ce Mémoire est évidente : elles se rapportent en même temps à la théorie générale des vapeurs et à celles des machines dans lesquelles on les emploie comme moteurs; et il est même tout-à-fait impossible de faire une juste appréciation des avantages que présentent les machines à hautes pressions, sans la connaissance de la relation des densités des vapeurs aux forces élastiques. On peut se convaincre, en parcourant les divers traités de machines et en particulier celui dont M. Hachette a donné récemment une nouvelle édition, que cette connaissance manque à la physique et à la mécanique pratique.

Mon travail acquiert un nouvel intérêt, dans un moment où l'auteur de la mécanique céleste, a pris pour su-

jet de ses méditations, la théorie mathématique des principaux phénomènes produits dans les gaz, par le changement de pression ou de température.

On obtient de la vapeur parfaitement pure et à la température actuelle des corps environnans, en fixant un robinet à un tube barométrique, dont le diamètre est triple de celui des tubes ordinaires, et en introduisant dans ce tube le liquide dont on veut peser la vapeur. On y adapte un ballon, dans lequel on a fait soigneusement le vide; il est bientôt rempli de vapeur; un baromètre ordinaire plonge dans le même bain, de sorte qu'on connaît la force élastique de la vapeur pesée, par la différence des hauteurs du mercure dans les deux tubes; enfin, on juge si la force élastique est au *maximum* et conséquemment si l'espace est saturé, par l'inspection d'un troisième tube de baromètre; dans ce troisième tube il y a du liquide en excès, et il n'en sera de même du tube qui fournit la vapeur au ballon, qu'autant que le mercure y sera à la même hauteur que dans le dernier.

Le procédé le plus simple en apparence serait de soumettre une quantité constante de liquide, réduit en vapeurs, à diverses pressions et à diverses températures, et de mesurer le volume correspondant à chaque pression. En effet, ce moyen est simple en théorie, mais il est accompagné de grandes difficultés dans l'exécution. Il exige d'ailleurs des données que l'on ne possède pas dans l'état actuel de la physique.

Le ballon qui m'a servi dans mes expériences a une capacité de $9^{\text{litres}},3746$ à la température de 15 degrés centigrades. J'ai soumis à mes recherches les vapeurs d'eau, d'éther sulfurique et de sulfure de carbone. Je vais

rapporter les résultats de mes expériences; je commencerai par le sulfure de carbone. Ce liquide avait été purifié par la distillation.

1re Expérience. Température de l'air, 15°,87.

Poids du ballon vide,	874g,975;
Poids du ballon plein,	883,162;
Poids de la vapeur,	8,187;
Force élastique,	0m,1991.

La capacité du ballon, qui a été prise à la temperature de 15°, n'est plus la même à 15°, 87. Je tiens compte de la variation, d'après le coefficient de dilatation cubique du verre, 0,00263 pour chaque degré centigrade, donné par MM. Lavoisier et Laplace. Il faut également ramener la vapeur à une température fixe; je prends pour ce calcul le coefficient de la dilatation des vapeurs et des gaz, donné par M. Gay-Lussac, et qui est de 0,00375 pour chaque degré centigrade. Par ces deux corrections, le poids de la vapeur devient 8g,655 à la température de la glace fondante.

Le même ballon plein de vapeur fournie par le liquide en ébullition, sous la pression 0m, 76, contiendrait 32g, 249. La vapeur est ramenée par le calcul à la température de la glace fondante. Pour avoir le nombre 32g,249, on s'est fondé sur la détermination du poids de l'air, prise avec un grand soin, par MM. Biot et Arago; d'après leurs expériences, un litre d'air, à zéro de température et à 0m, 76 de pression, pèse 1g,2991, d'où l'on déduit que le litre de vapeur de sulfure de carbone, ramené à la même température et à la même pression, a pour poids 3g,4358.

2e Expérience. Température de l'air, 15°,34.

Poids du ballon vide,	875g,212;
Poids du ballon plein,	877,985;
Poids de la vapeur,	2,773;
Poids corrigé,	2,932;
Force élastique,	0m,0686.

3e Expérience. Température de l'air, 15°,26.

Poids du ballon vide,	875g,212;
Poids du ballon plein,	878,497;
Poids de la vapeur,	3,285;
Poids corrigé,	3,470;
Force élastique,	0m,0797.

4e Expérience. Température de l'air, 16°,62.

Poids du ballon vide,	875g,172;
Poids du ballon plein,	878,225;
Poids de la vapeur,	3,053;
Poids corrigé,	3,229;
Force élastique,	0m,0739.

5e Expérience. Température de l'air, 14°,78.

Poids du ballon vide,	875g,018;
Poids du ballon plein,	880,212;
Poids de la vapeur,	5,194;
Poids corrigé,	5,486;
Force élastique,	0m,1272.

Le poids du ballon vide a éprouvé de légères variations. On s'en rend facilement compte, en considérant que l'ajutage devait être enlevé et replacé à chaque expérience.

Si l'on compare entre eux les différens résultats ci-dessus rapportés, on a les produits suivans :

1re et 2me Expériences.

$$19,91 \times 2,932 = 5,84;$$
$$6,86 \times 8,655 = 5,94.$$

4me et 5me Expériences.

$$3,229 \times 12,72 = 4,11;$$
$$5,486 \times 7,39 = 4,05.$$

3me et 6me Expériences.

$$12,72 \times 3,470 = 4,41;$$
$$7,92 \times 5,486 = 4,27.$$

La comparaison de ces mêmes résultats avec le poids de la vapeur à $0^m,76$ de pression, et 0° température, qui est de 32,249, donne le produit :

$$76 \times 8,655 = 65,78;$$
$$19,91 \times 32,249 = 64,21.$$

$$76 \times 3,470 = 26,37;$$
$$7,97 \times 32,249 = 25,70.$$

$$76 \times 2,929 = 22,26;$$
$$6,86 \times 32,249 = 22,12.$$

$$76 \times 3,229 = 24,54;$$
$$7,39 \times 32,249 = 23,83.$$

$$76 \times 5,486 = 41,69;$$
$$12,72 \times 32,249 = 41,02.$$

Passons aux expériences faites avec l'éther sulfurique. Un litre de vapeur de ce liquide à la pression $0^m,76$ et à la température de la glace fondante, pèse $3^g,3527$, et conséquemment $31^g,430$ est le poids de 9 litres, 3746, la densité de la vapeur étant 2,581.

1re Expérience. Température de l'air, 11°,43.

Poids du ballon vide,	$874^g,885$;
Poids du ballon plein,	878,082;
Poids de la vapeur,	3,197;
Poids corrigé,	3,364;
Force élastique,	$0^m,082$.

2e Expérience. Température de l'air, 12°,04.

Poids du ballon vide,	$874^g,888$;
Poids du ballon plein,	879,855;
Poids de la vapeur,	4,967;
Poids corrigé,	5,230;
Force élastique,	$0^m,127$.

Ces deux expériences comparées donnent :

$$82 \times 5,230 = 4,29;$$
$$127 \times 3,364 = 4,27.$$

Si l'on compare le poids de la vapeur dans les pressions $0^m,082$ et $0^m,127$ au poids sous la pression $0^m,76$, on a les produits :

1re Expérience.

$$31,430 \times 8,2 = 25,77;$$
$$3,364 \times 76 = 25,57.$$

2e Expérience.

$$31,430 \times 127 = 39,92;$$
$$5,230 \times 76 = 39,75.$$

Quelques expériences faites avec la vapeur d'eau ont fourni des résultats qui s'accordent parfaitement avec les précédens. Je n'en rapporterai que deux. La densité de la vapeur d'eau est 0,625. Le litre de cette vapeur pèse $0^g,812$; d'où $9^{lit.}$, 3746 doivent peser $7^g,61$, à zéro et à $0^m,76$.

1re Expérience. Température de l'air, 19°,31.

Poids du ballon vide,	$875^g,076$;
Poids du ballon plein,	875,210;
Poids de la vapeur,	0,134;
Poids corrigé,	0,142;
Force élastique,	$0^m,0137$.

2e Expérience. Température de l'air, 17°,44.

Poids du ballon vide,	$875^g,010$;
Poids du ballon plein,	875,112;
Poids de la vapeur,	0,102;
Poids corrigé,	0,108;
Force élastique,	$0^m,010$.

De la comparaison des poids de vapeur contenue dans le ballon aux pressions $0^m,0137$ et $0^m,0105$, avec le poids sous la pression $0^m,76$, on tire :

1re Expérience.

$$7,61 \times 1,37 = 10,43;$$
$$0,142 \times 76 = 10,79.$$

2e Expérience.

$$7,61 \times 1,05 = 79,9\,;$$
$$0,108 \times 76 = 82,0.$$

(*Nota.* Depuis la lecture de ce Mémoire j'ai fait de nouvelles expériences sur le sulfure de carbone, à des pressions très-différentes ; les résultats obtenus, comparés aux résultats précédens, n'ont offert que de très-légères différences, qu'on peut regarder comme inférieures aux erreurs inévitables dans les observations).

J'ai été assez heureux pour pouvoir comparer quelques densités que j'avais prises à la pression ordinaire de l'atmosphère avec celles que M. Gay-Lussac a obtenues à la même pression. L'accord presque parfait qui règne entre mes nombres et ceux de ce célèbre physicien, est une présomption avantageuse en faveur des autres parties de mon Mémoire : on sait qu'il doit rester d'autant moins de doute sur l'exactitude des déterminations dont il s'agit maintenant, qu'elles diffèrent infiniment peu des densités calculées d'après la composition chimique.

Je dirai seulement que j'ai préféré ces dernières pour l'eau et l'éther sulfurique. En effet, il a été démontré par les expériences de MM. Humboldt et Gay-Lussac, que l'eau est composée d'hydrogène et d'oxigène dans le rapport de 2 à 1 en volume. La densité de la vapeur d'eau correspondante à cette composition est 0,625, peu différente de 0,623 obtenue directement. Les chimistes paraissent également s'accorder à regarder la vapeur d'éther sulfurique comme formée de deux volumes d'hydrogène percarboné et d'un volume de vapeur d'eau ; ce qui donne

2,581 pour la densité de cette vapeur : la différence avec celle que l'on obtient directement n'est que 0,006. Quant au sulfure de carbone, comme il est composé de deux corps dont les vapeurs n'ont pas été pesées, j'ai pris la densité obtenue directement.

Il est d'ailleurs bon de remarquer que les différences dont il vient d'être question n'apportent que de légères modifications dans les rapports ci-dessus énoncés.

Des expériences précédentes il résulte que les vapeurs ramenées par le calcul à une température fixe sont proportionnelles aux forces élastiques. Il est bien essentiel d'observer que cette proportionnalité n'a lieu qu'autant qu'on tient compte de l'inégalité de la dilatation produite par la différence des températures.

M. Southern, habile physicien anglais, a fait quelques expériences sur la vapeur d'eau, par un procédé qui n'est pas, je pense, susceptible d'une grande précision. D'après ce savant, la température n'aurait aucune influence. L'analogie est contraire à cette manière de voir, et mes propres recherches me semblent également la contredire.

Pour donner une idée de l'influence de la température, j'ai calculé le tableau suivant ; les forces élastiques sont celles que M. Dalton a données dans son grand travail sur les vapeurs.

TEMPÉRATURES.	FORCES élastiques.	DENSITÉS correspondantes.	DENSITÉS supposées proportionnelles aux forces élastiques.	DIFFÉENCES.
0°	5mm	10,0	10,0	0,0
25	23	42,0	46,0	2,0
50	89	149,8	178,0	29,2
75	285	444,9	570,0	125,1
100	760	1105,4	1520,0	414,6
120	1449	1998,6	2898,0	899,4
140	2356	3089,8	4712,0	1622,2
163	3571	4433,2	7142,0	2708,8

La différence devient d'autant plus grande que la température est plus élevée; et n'est-ce pas particulièrement dans la différence produite par la dilatation qu'est une des causes des avantages qu'on trouve dans les machines à haute pression?

Le procédé décrit dans ce Mémoire pourrait être étendu à des pressions supérieures à la pression ordinaire : c'est ce que je me propose de faire au retour des chaleurs, pour quelques liquides très-volatils, et en particulier pour l'éther hydrochlorique, dont les propriétés sont parfaitement connues, d'après le beau Mémoire de M. Thenard sur les éthers.

Si, comme les expériences paraissent l'indiquer, la quantité totale de chaleur contenue dans la vapeur d'eau est peu différente à diverses pressions, l'avantage des machines dans lesquelles on employerait la vapeur à des températures au-dessus de cent degrés, consiste principalement dans la dilatation de la vapeur, produite par l'élévation de température; et l'on voit, par le présent

Mémoire, que cet avantage n'est pas très-grand quand on se borne à quelques pressions, mais qu'il croît avec la température.

Les expériences faites par plusieurs physiciens, celles que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, établissent au moins que la différence dans les quantités de chaleur n'est pas bien grande; mais convaincu que tous les résultats publiés sur la chaleur de la vapeur d'eau à la pression ordinaire et à des pressions différentes n'ont pas été déterminés avec la précision qu'exige un pareil sujet, j'ai repris mon travail, et j'ai refait beaucoup d'expériences dans lesquelles j'ai porté la température de la vapeur d'eau jusqu'à 155 degrés; mais la difficulté de faire tenir les appareils m'a toujours arrêté. Ces expériences, quand on va jusqu'à quatre à cinq pressions, ne sont pas sans danger; et plusieurs fois j'ai failli être blessé par des explosions terribles.

Depuis la lecture de ce Mémoire, j'ai eu occasion de faire des recherches sur différens composés du chlore, et j'ai déterminé directement la température d'ébullition de la liqueur du gaz carboné. Je l'ai trouvée de 85°,85. Curieux de savoir jusqu'à quel point ce liquide s'accorderait avec la loi qui a été annoncée par M. Dalton sur les forces élastiques des vapeurs, j'ai déduit la température d'ébullition de la force élastique à 12°,17, qui est de 0^m,0558. J'ai trouvé ainsi 71°,22; nouvelle preuve que la loi en vertu de laquelle tous les liquides auraient la même force élastique à égale distance du point d'ébullition de chaque liquide, est très-loin d'être confirmée par les observations, comme je l'avais d'ailleurs suffisamment démontré dans un Mémoire lu à

l'Académie (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1821) : l'éther, d'après mes expériences, présentait, dans l'intervalle d'une demi-pression, une différence d'un degré; l'essence de térébenthine, pour le même intervalle, en présentait une de 7 degrés; enfin, on voit que la liqueur du gaz carboné s'écarte encore davantage, puisque la différence est de 14°,63.

Je sais bien qu'il n'est plus nécessaire de chercher à démontrer l'inexactitude de la loi dont il est question, puisque son célèbre auteur, M. Dalton, l'a reconnue lui-même; et l'on voit, par les derniers Mémoires de M. de Laplace, qu'elle n'est nullement une conséquence des propriétés générales des gaz et des vapeurs. J'ai voulu revenir sur cette loi parce qu'elle est encore enseignée dans plusieurs cours de physique, et qu'elle est de plus développée dans la dernière édition d'un ouvrage qui a paru cette année (1822).

Sur *la Forme cristalline de la glace.*

On a observé, déjà depuis fort long-temps, que les aiguilles qui apparaissent à la surface de l'eau au moment où par un refroidissement lent ce fluide commence à se congeler, ont une tendance marquée à se réunir sous des angles de 60° ou de 120°; cette disposition se remarque aussi dans la neige, car elle tombe assez souvent sous la forme de petites étoiles à six rayons, exactement situés comme ceux d'un hexagone régulier.

Pour expliquer cette disposition particulière, M. Haüy

« supposait que les molécules de la glace sont des té-
» traèdres réguliers, composant des octaèdres par un
» assortiment semblable à celui qui a lieu pour le spath-
» fluor » ; mais n'ayant jamais eu l'occasion d'observer des cristaux proprement dits de glace, ce savant illustre ne présentait sa conjecture qu'avec défiance. (*Voyez* le *Traité de Physique.*)

En 1805, M. Héricart de Thury trouva, dans la glacière de Fondeurle, en Dauphiné, d'immenses stalactites de glace, tout-à-fait vides, formant des géodes et tapissées à l'intérieur de belles aiguilles parfaitement cristallisées. Le sol de la même caverne est couvert d'une nappe de glace. Un examen attentif lui fit aussi découvrir que cette masse était composée de parties cristallisées parfaitement limpides, présentant pour la plupart la forme de prismes hexaèdres dont la surface terminale offrait des stries parallèles aux faces du prisme. Quant aux cristaux de l'intérieur des stalactites, ils n'étaient pas tous des prismes hexaèdres : on y remarquait aussi des prismes triangulaires. Sur quelques échantillons de prismes hexaèdres qui avaient jusqu'à 5 millimètres de diamètre, les arêtes terminales, à la jonction de la base et du prisme, étaient remplacées par des facettes ; mais nulle part, malgré les recherches les plus scrupuleuses, M. de Thury ne découvrit de pyramide complète. (*Ann. des Min.*, tom. XXXIII.)

Dans le nouveau volume, qui vient de paraître, des *Transactions de la Société de Cambridge*, on trouve sur le même objet un Mémoire du Dr Clarke dont nous allons présenter ici l'extrait.

Le 3 janvier 1821, la température de l'air n'étant que

de *un demi-degré* au-dessous de zéro, M. Clarke aperçut, à Cambridge, au-dessous d'un pont en bois, des glaçons pendans qu'atteignait constamment le brouillard formé par une chute d'eau voisine, et d'où partaient des reflets lumineux semblables à ceux que donnent les verres à facettes les mieux taillés. Au lieu des formes coniques allongées à surfaces ondulées qu'affectent en général de tels glaçons, on voyait ici des protubérances prononcées terminées par des arêtes vives et des angles saillans. Plusieurs de ces masses ayant été détachées, M. Clarke reconnut qu'elles se composaient en général de cristaux rhomboïdaux parfaits, ayant des angles obtus de 120° et des angles aigus de 60°. Les mesures furent prises à l'aide du goniomètre de *Carangeau*, et en présence de divers membres de la Société : l'opération d'ailleurs n'offrait aucune difficulté, puisque plusieurs des rhomboïdes avaient plus d'*un* pouce de longueur.

Le 6 janvier, le thermomètre s'étant élevé jusqu'à + 3°,9 centigrades, le dégel eut lieu, et néanmoins les cristaux durant leur fusion conservèrent toujours la figure rhomboïdale ; ce qui prouve que le même arrangement des parties existait dans toute leur masse : conséquemment, ajoute le Dr Clarke, le noyau ou la *forme primitive* de la glace est un rhomboïde à angles de 120° et de 60°, et les cristaux hexaèdres de Fondeurle n'étaient que secondaires.

L'auteur remarque qu'on ne doit guère espérer de trouver des cristaux réguliers de glace qu'alors qu'ils se forment sous une température peu éloignée de celle de la congélation : c'est dans ce cas seulement, et sous

l'influence d'une force d'agrégation pour ainsi dire naissante, que les molécules peuvent s'arranger avec ordre, et offrir des figures géométriques régulières.

Note *sur le Sel ammoniaque que produit une mine de houille incendiée.*

Par les Élèves mineurs de Saint-Étienne.

La mine de houille incendiée qui produit de l'hydrochlorate d'ammoniaque est située à un quart de lieue de Saint-Etienne; l'incendie paraît avoir été causé par la négligence si commune de laisser de menu charbon dans les remblais; la position de la couche ne permit pas l'inondation, le feu fit des progrès rapides. On vit sortir de la surface brûlante du terrain une grande quantité de fumerolles qui exhalaient, indépendamment des produits ordinaires de la combustion de la houille, une vapeur qui se condensait à l'état de sel blanc sur les corps environnnans : cette substance, blanche et saline, était considérée par les paysans comme une espèce de salpêtre; quelques médecins l'avaient prise pour de l'alun; des expériences faites au laboratoire de l'école prouvèrent que ce sel était de l'hydrochlorate d'ammoniaque très-pur. Après quelques jours de sécheresse, on a souvent vu la terre couverte d'une efflorescence de ce sel; la quantité allait en croissant jusqu'à l'arrivée de la pluie qui le dissolvait; c'est surtout dans l'intérieur d'une maison inhabitée que se sont trouvés les beaux

échantillons qui maintenant figurent dans les cabinets. Pendant les années 1818 et 1819, la production de sel était tellement abondante que plusieurs morceaux détachés des murs de la maison pesaient près d'un kilog. Nous avons traité en grand les pierres arrachées de cette masure pour en retirer le sel ; et il est certain que ce travail aurait été lucratif si on l'avait suivi.

D'où peut provenir l'acide hydrochlorique de ce sel ammoniacal ? Il n'est peut-être pas facile de résoudre cette question ; mais un fait certain, c'est que toutes les eaux des puits du terrain houiller de Saint-Etienne contiennent entr'autres sels une quantité très-notable d'hydrochlorates à bases terreuses.

Sur *un Moyen de prévenir les effets de l'humidité dans les appartemens.*

Un moyen simple et très-efficace de se préserver de l'humidité qui pénètre dans les appartemens par les murs, vient d'être employé avec beaucoup de succès. Il consiste à couvrir le mur entier ou seulement sa partie humide avec des feuilles de plomb laminées, très-minces. Pour fixer les feuilles au mur, on se sert de petits clous de cuivre qui, n'étant pas sujets à se rouiller, durent long-temps. Le papier de tenture peut ensuite être immédiatement collé sur le plomb.

Le plomb n'est pas plus épais que celui dont on se sert pour doubler les boîtes à thé ; on le fabrique en feuilles de la largeur du papier ordinaire de tenture. Nous en

avons vu plusieurs échantillons à la manufacture de MM. Hutchinson et Compagnie, à *Patsley-Bridge*, en *Yorkshire*, qui ne pèsaient que *huit* et même seulement *quatre* onces au pied carré, sans être le moins du monde perméables à l'eau.

On porte ainsi remède simplement et à peu de frais à un mal fort incommode.

(*Philosophical Magazine.*)

Sur *l'Acide hydroxantique, avec quelques-uns de ses produits et de ses combinaisons.*

Par Mr Will. C. Zeise,

Professeur de Chimie à l'Université de Copenhague (1).

(Communiqué par l'Auteur.)

Par une série d'expériences sur la réaction du carbure de soufre, de la potasse et de l'alcool, j'ai obtenu des résultats qui me paraissent assez remarquables. Je vais présenter sommairement ceux qui semblent offrir le plus d'intérêt.

La potasse ou la soude dissoute dans l'alcool peut être neutralisée par du carbure de soufre, quoique ce liquide ne change pas le tournesol, et ne rende pas neutres les

---

(1) Extrait d'un Mémoire présenté à l'Académie royale des Sciences de Copenhague le 17 mai 1822, et imprimé dans le nouveau *Recueil de Mémoires* de cette Académie, vol. 1, cah. 1.

alcalis secs ou dissous dans l'eau. Ce phénomène est dû à la formation d'un acide particulier par la réaction du carbure et de l'alcool, déterminée par le corps alcalin.

Le nouvel acide contient du soufre, du carbone et de l'hydrogène. Il est probable que les deux premiers élémens réunis jouent, dans cette combinaison, le même rôle que le cyanogène dans l'acide hydrocyanique, et qu'ils s'y trouvent dans un autre rapport que dans le carbure de soufre ordinaire. J'ai donné le nom de *xanthogène* (tiré de ξανθος, jaune, et γενναω) à ce radical composé, parce qu'il forme des combinaisons de couleur jaune avec quelques métaux; et j'ai nommé *acide hydroxanthique* le nouveau composé, doué de toutes les propriétés caractéristiques d'un acide.

Le carbure de soufre bien pur se dissout promptement dans la dissolution alcoolique de potasse, et il en résulte sur-le-champ une liqueur jaune verdâtre; ce qui est facile à observer en employant une dissolution faite à froid avant qu'elle n'ait commencé à brunir. Si, après avoir ajouté assez de carbure pour neutraliser la dissolution, on l'expose à une température voisine de 0°, elle ne tardera pas à donner des cristaux déliés, si abondamment, qu'on aura bientôt une masse congelée : celle-ci, desséchée promptement par des doubles de papier, est l'hydroxanthate de potasse. Il s'obtient aussi par l'évaporation de la liqueur neutre au moyen de la machine pneumatique, par l'intermède de l'acide sulfurique souvent renouvelé, ou même par l'évaporation spontanée: on peut encore l'obtenir par la précipitation au moyen de l'éther sulfurique.

Le procédé que j'ai ordinairement employé pour la préparation de l'hydroxanthate de potasse est, en peu de mots, celui qui suit : j'ai mis une partie de potasse bien pure et bien calcinée dans un flacon à l'émeri; j'y ai versé environ 12 parties d'alcool, contenant 96 à 98 parties en volume d'alcool pur; j'ai fait digérer le mélange à une température d'environ 20 à 24° en l'agitant très-souvent pendant deux à trois heures, et j'ai filtré la dissolution. Immédiatement après, j'ai ajouté du carbure de soufre très-pur, jusqu'à ce que la liqueur ne rougît plus le papier de curcuma; et afin d'en être plus sûr, j'ai ajouté un peu de carbure en excès, c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'une portion de la liqueur versée dans de l'eau fournît quelques globules oléagineux; alors j'ai versé la liqueur dans une capsule de verre à parois perpendiculaires. Lorsqu'on se sert d'une capsule ordinaire, le sel, en raison de sa grande tendance à grimper, s'élève en abondance au-dessus des bords du vase; j'ai placé incessamment celle-ci sous le récipient d'une machine pneumatique, et j'ai commencé à faire le vide. Quand j'ai jugé que l'excès du carbure avec une portion de l'alcool avait été enlevé, j'ai introduit un vase contenant de l'acide sulfurique, et j'ai mis la machine en activité. Au bout de quelque temps, j'ai retiré le vase avec l'acide sulfurique, et je l'ai remplacé par un autre, jusqu'à ce qu'il ne restât que peu de liquide dans le vase contenant le sel. Alors quelquefois, après avoir ajouté un peu d'éther sulfurique bien pur, j'ai mis la masse sur le filtre : peu de temps après, je l'ai pressée promptement entre des doubles de papier, et j'ai achevé la dessiccation sous le récipient de la machine.

En hiver, ou dans le cas où l'on a assez de glace à sa disposition, je suis persuadé que l'on exécutera plus facilement la préparation de ce sel par le refroidissement.

L'évaporation dans l'air a l'inconvénient qu'une partie du sel prend ordinairement une couleur jaune, et alors il donne une dissolution plus ou moins laiteuse.

Il faut avoir l'attention de ne pas employer la dissolution de la potasse dans l'alcool trop concentrée; sans cela, on obtient presque sur-le-champ une masse congelée, et, dans ce cas, il peut arriver qu'il se forme une trace d'hydrogène sulfuré.

Hydroxanthate de potasse.

Il cristallise en aiguilles; il est sans couleur, très-brillant; à l'air, il devient légèrement jaunâtre; il a une odeur particulière; sa saveur est d'abord extrêmement fraîche, ensuite sulfureuse et piquante. Il est extrêmement soluble dans l'eau, et cependant il n'attire point l'humidité à l'air. Récemment préparé, il se dissout complètement dans l'alcool, mais moins abondamment que dans l'eau; l'éther sulfurique n'en dissout que peu; le pétrole n'a aucune action sur lui. Une dissolution de ce sel devient laiteuse par le contact de l'air, et en même temps légèrement alcaline : aussi les papiers réactifs, qui, en sortant d'une dissolution de l'hydroxanthate, n'indiquaient pas de l'alcali en état de liberté, changent-ils de couleur dans l'air dans l'espace de quelque temps.

En versant de l'acide acétique, ou hydrochlorique, ou sulfurique, même très-concentré, sur l'hydroxanthate de

potasse, il ne se fait aucune effervescence; mais les deux derniers acides, étendus de quatre à cinq fois d'eau, en séparent un liquide qui est plus pesant que l'eau, et parfaitement ressemblant, par son aspect, à une huile : c'est l'acide hydroxanthique.

L'eau de baryte, l'hydrochlorate ou le nitrate de baryte, l'hydrochlorate de chaux, le sulfate de magnésie et l'alun ne forment point de précipité dans l'hydroxanthate de potasse dissous dans l'eau; le sulfate de zinc, le nitrate ou l'acétate de plomb, le deutochlorure ou le cyanure de mercure y produisent des précipités blancs. Avec le sulfate, l'hydrochlorate, ou le nitrate de cuivre, il donne lieu à un précipité d'une couleur d'un jaune très-beau. Le chlorure d'antimoine, le nitrate de bismuth, le deutochlorure d'étain, le protochlorure de mercure et le nitrate d'argent forment avec lui des précipités qui sont aussi d'une couleur jaune.

Les précipités formés par le nitrate d'argent ou le protochlorure de mercure passent promptement du jaune au noir : on obtient même sur-le-champ des précipités noirs avec ces réactifs, si on en emploie des dissolutions très-concentrées. Le précipité obtenu par le sulfate de zinc devient légèrement verdâtre par le contact de l'air. Les autres précipités ne changent presque pas de couleur ni dans l'eau ni dans l'air. Aucun des précipités fournis ne fait effervescence avec l'acide sulfurique ou hydrochlorique.

Une dissolution d'hydroxanthate de potasse bien neutre, renfermée dans un vase qui la garantit du contact de l'air, peut être chauffée pendant une demi-heure à une température de 60°, sans perdre ses propriétés caracté-

ristiques. Mais si, avant de l'échauffer, on l'a rendue alcaline en y ajoutant de la potasse, elle aura bientôt la propriété de précipiter en noir les sels de plomb.

Si on chauffe graduellement l'hydroxanthate de potasse renfermé dans une petite cornue communiquant avec un récipient auquel on a adapté un tube recourbé qui s'engage sous le mercure, il se présente ce qui suit : avant que la température ne soit élevée au-delà d'environ 60°, ce sel ne paraît subir aucun changement sensible : chauffé plus fortement, il donne des vapeurs oléagineuses, se fond avec une forte effervescence, en produisant beaucoup de gaz et de vapeurs, et se transforme en une masse d'une couleur rouge de sang. Les vapeurs ne tardent pas à se condenser en un liquide qui a l'aspect d'une huile. La matière rouge ne change presque pas de couleur en refroidissant. En exposant celle-ci à une température plus élevée que celle qui l'avait produite, elle entre de nouveau en fusion effervescente en se noircissant, et donnant lieu à beaucoup d'huile et un peu de gaz. Mais, au bout de quelque temps, le boursoufflement s'affaisse, et enfin la masse, tranquillement fondue, ne produit ni huile ni gaz, même à une température non loin de celle du rouge-cerise. En laissant alors refroidir cette masse, elle se divise en deux parties, dont l'inférieure est évidemment cristalline, d'un gris noir, d'un éclat presque métallique; tandis que la couche supérieure, d'une couleur presque noire, n'a point la texture cristalline. Si l'on a poussé le feu jusqu'à faire rougir la masse pendant quelque temps, elle ne fournira pas la partie cristallisée.

Le produit gazeux paraît être de la même espèce pen-

dant tout le cours de la décomposition ; il en est de même de l'huile. Le premier se distingue par une odeur d'oignon ou de poireau extrêmement forte ; mais, du reste, il se comporte (au moins dans les essais où il se trouve en contact avec l'eau) comme un mélange de gaz acide carbonique et d'hydrogène sulfuré.

Huile xanthique. (J'appelle ainsi le produit huileux.) Ce liquide est limpide, d'une couleur jaunâtre. Son odeur (qui ne ressemble ni à celle du carbure de soufre ni à celle de l'hydrogène sulfuré) est très-forte, et elle adhère fortement et pendant long-temps à tout corps qui en a été imprégné. Il a une saveur en même temps sucrée et très-piquante. L'eau paraît le dissoudre en très-petite quantité ; l'alcool, étendu même d'une assez grande quantité d'eau, le dissout en abondance. La dissolution alcoolique est troublée par une certaine quantité d'eau ; mais si elle n'est pas trop chargée d'huile, elle s'éclaircit en y ajoutant une plus grande quantité d'eau. L'huile xanthique ne change point le tournesol ni le curcuma ; elle n'agit en aucune manière sur le nitrate de plomb ; elle ne précipite pas l'hydrochlorate de cuivre. A l'approche d'un corps en combustion, elle s'enflamme aisément, brûle avec une flamme bleuâtre, et donne lieu à beaucoup d'acide sulfureux, mêlé sans doute d'acide carbonique. Il se condense de l'eau sur les parois d'une cloche maintenue au-dessus de la flamme.

Matière rouge. Elle est déliquescente, se dissout complètement dans l'eau : la dissolution est d'abord rougeâtre, mais bientôt elle devient d'un brun jaunâtre ; elle rougit fortement le curcuma. L'alcool n'agit que lentement sur cette matière.

Sa dissolution aqueuse, récemment faite, précipite *a*) les sels de plomb en rouge; mais ordinairement le précipité devient bientôt noir *b*); les sels de cuivre sont précipités en brun noir (1). Elle ne forme pas des précipités dans les sels de baryte; mais une dissolution de nitrate de baryte est colorée en jaune.

La matière rouge fait une vive effervescence avec les acides, en donnant lieu à une odeur d'hydrogène sulfuré mêlée avec celle du carbure de soufre, et il se sépare en même temps des globules d'un liquide oléagineux; mais il ne s'y fait aucun précipité de soufre. Une bande de papier imbibée de nitrate de plomb, et exposée ensuite au gaz dégagé par l'acide hydrochlorique, se colore partie en noir, partie en rouge. Exposée à l'air, la matière rouge passe peu à peu au jaune.

Matière cristalline. Elle tombe promptement en déliquescence; l'eau paraît la dissoudre sans laisser de résidu. La dissolution est d'un brun noir très-intense, de sorte qu'avant d'être étendue à un certain point, la liqueur paraît presque opaque; elle se trouble par le contact de l'air; les acides en dégagent du gaz hydrogène sulfuré, et en séparent du soufre en petite quantité.

Matière traitée par la chaleur rouge. Elle est très-

---

(1) Cette dissolution est donc très-semblable à celle qu'on obtient, d'après M. Berzelius, en faisant digérer à froid pendant long-temps une dissolution aqueuse de potasse avec le carbure de soufre, ou bien en ajoutant du carbure de soufre à une dissolution aqueuse d'hépar. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. xx, p. 243.)

déliquescente, très-alcaline. Traitée par l'eau, elle laisse un résidu noir qui, séparé au moyen d'un filtre, a l'apparence de flocons de charbon. La liqueur, filtrée, est d'une couleur jaune-verdâtre; elle se trouble en peu de temps dans l'air, et laisse déposer beaucoup de soufre en perdant sa couleur; les acides en séparent du soufre en abondance. Cette matière paraît par conséquent analogue à un mélange de sulfure de potassium avec du charbon.

L'hydroxanthate de potasse, projeté sur une plaque de verre chauffée jusqu'au rouge, s'enflamme facilement et brûle assez tranquillement avec une flamme bleuâtre; mais si on l'enflamme à la pointe de la flamme d'une bougie, il brûle avec beaucoup d'énergie en émettant des étincelles extrêmement luisantes. Ce phénomène assez singulier est dû probablement à des flocons de charbon formés et projetés par une décomposition particulière du sel, dans le cas où il est exposé à une très-forte chaleur qui brusquement pénètre dans l'intérieur de la masse. Dans cette espèce de combustion, on peut en quelque sorte distinguer deux époques. En effet, si on retire le sel de la flamme après qu'il s'y est enflammé, la combustion s'arrête au bout de quelque temps, et il s'est alors formé une masse fondue, d'un brun rougeâtre. En allumant de nouveau celle-ci, la combustion est plus vive qu'elle n'était la première fois, et les étincelles sont beaucoup plus nombreuses. La matière rouge, produite par la décomposition du sel dans le vase de verre, offre sur-le-champ la combustion, accompagnée d'étincelles en abondance.

Si on a préparé l'hydroxanthate de potasse en le pré-

cipitant de la dissolution alcoolique au moyen de l'éther sulfurique, et que l'on conserve alors la liqueur filtrée dans un vase bien fermé, il se forme en abondance, dans l'espace de quelque temps, un sel qui ressemble beaucoup au sulfite de potasse. Le même sel semble se produire avec le temps dans une dissolution alcoolique d'hydroxanthate. Enfin, le résidu que donne ordinairement l'hydroxanthate conservé pendant long-temps paraît être de même espèce. Je n'ai observé aucune différence remarquable entre l'hydroxanthate obtenu par la précipitation et celui préparé par l'évaporation.

J'ai préparé des hydroxanthates de soude et d'ammoniaque avec des dissolutions alcooliques de ces alcalis et du carbure de soufre; des hydroxanthates de baryte et de chaux avec les carbonates de ces bases et l'acide hydroxanthique. L'hydroxanthate de chaux s'obtient aussi, mais difficilement, à l'état de pureté, en décomposant une dissolution alcoolique très-concentrée d'hydroxanthate de potasse par une dissolution alcoolique de chlorure de calcium.

L'hydroxanthate de soude est légèrement déliquescent. L'hydroxanthate d'ammoniaque présente des phénomènes assez remarquables : j'en traiterai dans un Mémoire particulier.

La plupart des précipités qui se produisent en décomposant des sels métalliques proprement dits, par l'hydroxanthate de potasse, sont probablement des combinaisons du xanthogène avec le métal du sel employé. J'ai examiné jusqu'à un certain point les précipités obtenus des sels de cuivre, de plomb, de mercure, de

zinc; j'espère pouvoir bientôt multiplier les faits relatifs à cette partie du sujet.

Xanthure de cuivre. Il a été préparé en versant une dissolution d'hydroxanthate de potasse étendue dans une dissolution de sulfate ou d'hydrochlorate de deutoxide de cuivre très-étendue (en ayant soin de ne pas précipiter entièrement la dissolution métallique), lavant le précipité jusqu'à ce que l'eau de lavage ne fût pas troublée par l'hydrosulfate d'ammoniaque ni par l'hydrocyanate de potasse ferrugineux, et le desséchant par une douce chaleur : quelques portions ont été lavées, en outre, par l'alcool.

Il se précipite en flocons plus ou moins volumineux, selon la concentration des dissolutions employées. Sa couleur est d'un beau jaune. Il a une odeur particulière, surtout avant d'être lavé par l'alcool. Chauffé avec une dissolution de potasse, il se colore en noir.

Il n'est presque pas attaqué ni par l'acide sulfurique ni par l'acide hydrochlorique, qu'ils soient concentrés ou étendus; l'acide nitrique de 35° B., au contraire, le dissout facilement en produisant du gaz et une matière qui a l'aspect d'une graisse, et qui est d'abord colorée en jaune verdâtre, puis en jaune blanchâtre.

Exposé, dans l'appareil dont j'ai parlé ci-dessus, à une température successivement élevée, le xanthure de cuivre fournit d'abord quelques vapeurs huileuses sans changer sensiblement de couleur : à une température bien supérieure à celle de l'eau bouillante, il commence à devenir d'un brun noir en donnant de l'huile et du gaz : ce dernier a l'odeur d'oignon. La chaleur étant

parvenue au rouge, il ne se produit plus d'huile ni de gaz, et on a un résidu noir. Chauffé fortement et pendant long-temps dans l'air, le xanthure donne lieu à un résidu qui a l'aspect du protoxide de cuivre.

Xanthure de plomb. Il se prépare avec du nitrate de plomb de la même manière que le xanthure de cuivre. Il est blanc, il se précipite en flocons; desséché, il présente de petits flocons singulièrement légers et un peu luisans; il n'a pas d'odeur. L'eau n'en dissout rien; mais il se dissout en petite quantité dans l'alcool : gardé pendant long-temps dans ce liquide, il s'y colore en partie en noir; mais on peut le faire bouillir avec de l'alcool sans qu'il change de couleur; avec le temps, il devient un peu grisâtre à l'air.

L'acide sulfurique ne paraît avoir aucune action sur le xanthure de plomb. L'acide hydrochlorique en sépare (sans aucun dégagement de gaz) un liquide oléagineux qui est probablement l'acide xanthique. L'acide nitrique agit sur le xanthure de plomb à-peu-près comme sur celui de cuivre.

Traité par la chaleur dans l'appareil de verre, ce xanthure présente des phénomènes analogues à ceux que produit le xanthure de cuivre dans le même cas. Le gaz qui se dégage ne paraît pas contenir de l'acide carbonique. Le produit oléagineux ressemble au liquide que j'ai nommé *huile xanthique.* Le résidu noir se comporte avec l'acide nitrique comme un composé de soufre et de charbon.

Xanthure de mercure. On l'obtient en versant de l'hydroxanthate de potasse dans une dissolution de cya-

nure ou de deutochlorure de mercure (1). Il est sans couleur et sans odeur : desséché, il forme des grains assez durs; au bout de quelques mois, il devient légèrement jaune.

Exposé à l'action du feu, il se colore d'abord en jaune, ne tarde pas à se fondre avec une forte effervescence en passant au noir, et fournit du gaz qui a l'odeur d'oignon et beaucoup d'huile. A une certaine époque de l'opération, il commence à se rassembler en abondance dans la voûte de la cornue une substance d'une couleur grise; enfin, le sublimé ne s'augmentant plus, même en faisant rougir fortement la partie inférieure de la cornue, on a un résidu noir.

En réduisant le sublimé en poudre, il devient d'un rouge plus ou moins vif, selon la température à laquelle il a été exposé. Le résidu noir est très-léger; il brûle comme des flocons de charbon, et ne donne pas d'odeur sulfureuse. En conséquence, le xanthure de mercure fournit, par la décomposition, du charbon et du cinabre, ou du moins un corps qui lui est très-semblable.

Xanthure de zinc. Jusqu'à ce que j'aie fait des recherches ultérieures sur les précipités formés par l'hydroxanthate de potasse et les sels métalliques, je donne aussi le nom de *xanthure* au précipité qu'on obtient en versant de l'hydroxanthate de potasse dans une dissolution de sulfate de zinc; mais il est probable qu'il est

---

(1) En versant du cyanure de mercure dans une dissolution concentrée d'hydroxanthate, les premières portions du précipité formé se redissolvent par l'agitation.

un hydroxanthate. Récemment préparé, ce produit est blanc; mais il devient promptement un peu verdâtre. Il a ordinairement la forme de petits grains cristallins, assez durs et pesans. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool; mais la première ne le dissout qu'en petite quantité. En évaporant ses dissolutions, il forme une masse incolore et opaque.

L'acide hydrochlorique agit fortement sur cette combinaison, et il en sépare de l'acide hydroxanthique.

Chauffé dans une capsule de verre, il entre en fusion effervescente; mais, au bout de quelque temps, la température restant la même, il devient solide en formant une masse d'un vert foncé. Chauffé plus fortement, celle-ci recommence à fondre en passant au noir, et donnant lieu à une masse en partie métallique. Enfin, en l'échauffant pendant quelque temps jusqu'au rouge, il ne laisse presque pas de résidu.

La masse verte foncée fait une forte effervescence avec l'acide hydrochlorique; l'odeur qui s'y manifeste ressemble à celle d'un mélange de gaz hydrogène sulfuré avec quelque autre substance. Une bande de papier imbibée de nitrate de plomb et maintenue au-dessus de la masse effervescente se colore partie en noir, partie en rouge.

Acide hydroxanthique.

L'acide qui se forme par la réaction du carbure de soufre et de la dissolution alcoolique de potasse peut exister à l'état de liberté. Cet acide est liquide à la température ordinaire, et bien au-dessous; il a parfaitement l'aspect d'une huile translucide, incolore. Sa pesanteur spéci-

fique est plus grande que celle de l'eau ; il ne s'unit pas à ce liquide. Par le contact de l'air, il se couvre promptement d'une croûte blanche et opaque. L'eau lui fait éprouver une altération semblable, du moins lorsqu'elle n'est pas privée d'air ; mais beaucoup plus lentement lorsque l'acide est rassemblé en une seule masse. Très-divisé dans l'eau, il est complètement détruit en peu de temps : par la décomposition de l'acide sous l'eau, il s'élève (1) quelques bulles d'air. Son odeur est forte, particulière. Il a une saveur d'abord acide, ensuite astringente et amère, très-forte. Il rougit fortement le papier de tournesol ; mais une partie du rouge ne tarde pas à devenir d'un blanc jaunâtre (2).

Pour obtenir l'acide hydroxanthique, on introduit de l'hydroxanthate de potasse dans un verre long et étroit ; on y verse de l'acide sulfurique, étendu de quatre à cinq fois son volume d'eau, en favorisant la réaction par une légère agitation ; deux ou trois minutes après, on ajoute au mélange laiteux, à des intervalles de quelques secondes, de 3 à 4 volumes d'eau, en s'y prenant de manière que le nouvel acide puisse se rassembler en une seule masse au fond du vase ; puis on ajoute promptement 50 à 60 volumes d'eau. Il ne reste alors qu'à retirer

---

(1) Je dois pourtant faire observer que les dissolutions de plomb, dans le cas où il peut se former à la fois du sulfure et du chlorure de plomb, fournissent souvent des précipités qui contiennent en même temps des parties noires et rouges.

(2) Le papier de tournesol fortement rougi présente un phénomène semblable après avoir été plongé dans une dissolution d'hydroxanthate de potasse.

l'eau, d'en ajouter de nouvelles portions aussi promptement qu'il sera possible, de les retirer, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'eau de lavage ne trouble plus une dissolution de baryte. Au lieu d'acide sulfurique, on peut très-bien se servir de l'acide hydrochlorique.

Il faut bien avoir l'attention de ne pas employer l'acide dont on se sert pour la séparation de l'acide hydroxanthique, ni trop concentré ni trop étendu; sans cette précaution, on aura, dans le premier cas, un acide plus ou moins altéré, et dans le second, on n'obtient presque pas d'acide; ce qui arrive surtout en versant l'acide sulfurique ou hydrochlorique étendu, dans une dissolution d'hydroxanthate également étendue. La cause en est probablement que l'acide hydroxanthique, en présentant beaucoup de points de contact avec l'eau, se détruit avant qu'il n'ait le temps de se rassembler.

Si l'on veut avoir l'acide hydroxanthique privé d'eau autant qu'il sera possible, il faut se servir d'une espèce d'entonnoir muni d'un robinet.

L'acide hydroxanthique se dissout facilement dans une dissolution aqueuse de potasse, de baryte ou d'ammoniaque; il chasse l'acide carbonique du carbonate de potasse en donnant lieu à un sel qui ressemble en tout à celui qu'on obtient en neutralisant une dissolution alcoolique de potasse par le carbure de soufre; avec du carbonate d'ammoniaque, il fournit de l'hydroxanthate d'ammoniaque en dégageant l'acide carbonique; il décompose très-aisément le carbonate de baryte en formant de l'hydroxanthate de baryte, qui est très-soluble dans l'eau et dans l'alcool. La réaction est en général beaucoup plus vive quand les bases salifiables ou leurs carbo-

nates sont introduits, à l'état solide, dans l'acide hydroxanthique, couvert d'un peu d'eau, que lorsqu'on en emploie des dissolutions ; ce qui est dû sans doute à l'insolubilité de l'acide hydroxanthique dans l'eau.

L'oxide noir de cuivre (1), l'oxide jaune de plomb, l'oxide rouge de mercure, chacun, introduit dans l'acide hydroxanthique sous l'eau, se changent promptement en xanthures, qui ne diffèrent en rien de ceux qu'on obtient par la précipitation (2). L'action avec l'oxide de mercure est très-vive.

L'acide hydroxanthique prend feu sur-le-champ dans l'air par l'approche d'un corps en combustion, et donne lieu à une forte odeur d'acide sulfureux.

Exposé à l'action de la chaleur dans un vase convenable, il se décompose à une température bien au-dessous de celle de l'eau bouillante : il paraît qu'il se forme alors du carbure du soufre ordinaire et un gaz inflammable ; il ne s'y manifeste ni l'odeur d'oignon ni celle d'acide sulfureux.

Quelques réflexions m'ayant fait présumer que le nouvel acide contenait de l'hydrogène, j'eus recours à l'iode pour en acquérir la certitude, et j'ai obtenu des résultats qui ne laissent aucun doute sur cet objet.

En effet, lorsqu'on introduit de l'iode dans de l'acide hydroxanthique nouvellement préparé et couvert d'eau, à l'instant même il se manifeste une vive action : l'iode

---

(1) Ni le carbure de soufre ni l'huile xanthique n'agissent sur l'oxide de cuivre.

(2) Les sels des oxides nommés forment aussi des xanthures avec l'acide hydroxanthique libre.

est mis en mouvement sur la surface de l'acide, et il se dissout; l'acide devient en partie opaque, et il se colore d'abord en jaune, ensuite en brun; de sorte qu'on a bientôt au fond du vase un liquide oléagineux d'un rouge brun. Mais peu de temps après, la couleur commence à disparaître, et dans l'espace de quelques minutes (pourvu qu'on n'ait pas trop ajouté d'iode), il en résulte un liquide huileux opaque, légèrement jaune. La liqueur aqueuse qui se trouve au-dessus du liquide oléagineux est presque incolore : elle est plus ou moins laiteuse; mais par le moyen du filtre on l'obtient parfaitement limpide. La liqueur filtrée se comporte de la manière suivante :

a) Mêlée avec une certaine quantité d'une dissolution de chlore, ou avec de l'acide nitrique de 35° B., ou avec de l'acide sulfurique concentré, elle se colore en rouge brun ou en violet; par une plus grande quantité de chlore, la couleur est détruite.

b) Avec une dissolution de nitrate de plomb, elle fournit un précipité très-abondant, d'une couleur d'un jaune brillant.

c) Avec une dissolution de nitrate d'argent, elle fournit un précipité blanchâtre très-abondant qui ne se dissout pas dans l'ammoniaque.

d) Dans une dissolution de deutochlorure de mercure, elle produit un précipité qui ne tarde pas à devenir d'un rouge extrêmement beau.

Il est donc évident que la liqueur résultant de l'action de l'iode sur l'acide hydroxanthique doit être considérée comme une dissolution de l'acide hydriodique, puisqu'elle en a toutes les propriétés caractéristiques.

Le liquide oléagineux qui reste lorsqu'on a traité

l'acide hydroxanthique par une suffisante quantité d'iode, ne donne plus de xanthure de cuivre avec le sulfate de cuivre.

Lorsqu'on a employé l'iode en excès, on a une liqueur aqueuse, brunâtre, ressemblant à une dissolution d'acide hydriodique ioduré, et qui se comporte en tout avec les réactifs convenables comme une telle combinaison.

J'ai fait des essais comparatifs avec le carbure de soufre, l'iode et l'eau : l'iode se combine avec le carbure en le colorant en violet ; mais (comme on pourrait le présumer) il ne s'y produit pas une trace d'acide hydriodique.

En traitant une dissolution d'hydroxanthate de potasse par l'iode, il se forme de l'hydroxanthate de potasse qui reste dans la liqueur, et il se sépare un liquide oléagineux opaque. J'espère pouvoir employer l'iode pour déterminer la proportion de l'hydrogène dans l'acide hydroxanthique.

Supplément *au Mémoire de M.* Cagniard de la Tour, *imprimé page* 127 *de ce Cahier des* Annales.

J'ai essayé de déterminer les pressions qu'exercent l'éther et l'alcool au moment où ces liquides se réduisent subitement en vapeur. Voici la marche que j'ai suivie :

1re *Expérience.*

J'ai choisi un tube *abc* (1) d'un millimètre de diamètre intérieur et du calibre le plus égal qu'il a été possible

(1) Nous donnerons, dans un autre Cahier, la figure de l'appareil. R.

de trouver; je l'ai soudé au tube *def*, dont le diamètre intérieur était d'environ 4 millimètres $\frac{1}{4}$. Le système ressemblait alors à un baromètre à siphon. Les deux extrémités *a* et *f* étant encore ouvertes, on y a introduit du mercure et ensuite de l'éther sulfurique. Le mercure occupait l'espace *bcde*, et l'éther l'espace *ef*; en inclinant l'appareil, il a été facile de faire varier le niveau du mercure jusqu'au point de remplir l'espace *ba*; par ce moyen, on a reconnu qu'un millimètre de variation dans le gros tube en produisait une de vingt millimètres dans le petit, rapport qui a paru suffire pour la graduation dont on avait besoin. L'espace *ba* est celui que peut remplir le mercure; lorsque son niveau *e* dans le gros tube est abaissé jusqu'au point *d*, la longueur *ab* est de 528 millimètres; l'espace *df*, double de *ef*, est celui qu'on suppose occupé par l'éther lorsqu'il est réduit totalement en vapeur.

On a porté à part la graduation des 528 millimètres sur une planche contre laquelle on appliquait au besoin le tube qui n'avait de graduation que vers sa partie supérieure, et les points de repaire qu'on a jugés utiles.

L'appareil étant préparé comme on vient de l'indiquer, et fermé aux extrémités *a*, *f*, on l'a fait chauffer avec les ménagemens convenables au-dessus d'un brasier; au moment où l'éther a été réduit complètement en vapeur, le niveau *b* du mercure était monté au point *g*, dont la distance au point *a* est de 14 millimètres; *ainsi la colonne d'air, dont la longueur était de 528 millimètres, a été réduite à 14 millimètres; ce qui indiquerait une pression de 37 à 38 atmosphères. Cette épreuve, répétée*

à trois reprises différentes, a présenté chaque fois le même résultat.

L'éther est donc susceptible de se réduire en vapeur dans un espace moindre que le double de son volume primitif, et, à cet état de vaporisation, il exerce une presssion de 37 à 38 atmosphères dans le tube qui le contient.

2e *Expérience.*

On a substitué de l'alcool à 36 degrés à la place de l'éther dans le même appareil qui vient d'être décrit, en ouvrant les extrémités *f* et *a*; l'alcool occupait l'espace *fe'*, c'est-à-dire, le tiers de celui *df* qu'on suppose nécessaire à l'alcool pour se réduire totalement en vapeur. Le mercure occupait l'espace *b'bcdee'*, et pouvait remplir le petit tube lorsque, en inclinant le système, on faisait abaisser le niveau *e'* jusqu'en *d*. La longueur de la colonne d'air *ab'* était de 476 millimètres. Après que les extrémités *a* et *f* ont été rebouchées au chalumeau, on a présenté l'appareil au-dessus du feu avec les mêmes précautions qu'on avait observées pour l'éther. Au moment où l'alcool a été réduit totalement en vapeur, le niveau *b'* du mercure était monté au point *g'*, c'est-à-dire, à 4 millimètres du point *a*. *Ainsi la colonne d'air de* 476 *millimètres de longueur a été réduite à* 4 *millimètres; ce qui indiquerait une pression* de 119 *atmosphères.*

L'alcool peut donc se réduire totalement en vapeur dans un espace un peu moindre que trois fois son volume primitif, et à ce degré d'expansion, il exerce, dans le tube qui le renferme, une pression de 119 atmosphères.

Les extrémités *a* et *f* ont été un peu effilées afin d'être plus faciles à fermer au chalumeau; mais on avait eu soin d'évaluer la capacité de ces parties non calibrées, en y introduisant un peu de mercure, qu'on a fait passer ensuite dans la partie calibrée, comme moyen de mesurage. Par cette précaution, on s'est assuré que la longueur *aa'*, par exemple, de 10 millimètres, ne devait être comptée que comme 2 millimètres, etc.; et c'est ainsi qu'elle l'a été dans les résultats qui viennent d'être présentés.

Lorsque le dernier appareil a été refroidi, on a remarqué qu'il s'était formé au-dessus de l'alcool une petite bulle de gaz, mais qui ne produisait sur le mercure du petit tube qu'une différence de niveau de 2 millimètres au-dessus de *b'*.

Pour déterminer le degré de chaleur auquel l'éther et l'alcool se réduisent en vapeur dans ces expériences, on a fait chauffer les tubes contenant ces liquides dans un bain d'huile où était plongé un thermomètre de Réaumur à colonne de mercure. On s'est servi, pour contenir l'huile, d'un vase cylindrique en verre ou éprouvette. Par ce moyen, il a été facile de saisir l'instant où les liquides des tubes se sont réduits en vapeur; et l'on a constaté que l'éther exigeait pour cette réduction 160 degrés de chaleur, et l'alcool 207.

On a soumis également à la chaleur du bain d'huile l'appareil décrit plus haut, qui est destiné à déterminer la pression exercée par l'éther et par l'alcool; mais auparavant on avait ajusté à la partie supérieure du petit tube contenant la colonne d'air, un réfrigérant par le moyen duquel la température de cette colonne a été maintenue

constamment à 18 degrés : les résultats, quant au degré de la vaporisation et à la pression exercée, se sont trouvés d'accord avec ceux que je viens de rapporter.

Lors de la lecture de mon Mémoire à l'Académie, j'avais annoncé que l'eau chauffée dans les tubes de verre en altérait la transparence au point d'empêcher qu'on ne pût observer ce qui s'y passait ; depuis, j'ai éprouvé qu'en ajoutant à l'eau une petite quantité de carbonate de soude, le verre se troublait beaucoup moins. Par ce moyen, j'ai pu m'assurer, quoiqu'avec peine, à cause de la fréquente rupture des tubes, qu'à une température peu différente de celle du zinc fondant, l'eau pouvait se réduire complètement en vapeur dans un espace à-peu-près quadruple de son volume primitif.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 7 *octobre* 1822.

Le Ministre de l'Intérieur transmet les rapports que plusieurs préfets lui ont envoyés sur divers phénomènes de météorologie.

Madame Peyrard annonce qu'elle est dépositaire d'une traduction d'*Apollonius* par feu son mari, et prie l'Académie d'en provoquer l'acquisition.

M. Navier réclame les rapports qui doivent être faits sur les deux Mémoires de *Mécanique* qu'il a présentés à

l'Académie depuis long-temps : les commissaires sont invités à s'en occuper promptement.

Un Écrit de M. Hameau *sur le Soleil ;* une Lettre de M. John Walsh de Cork *sur le Binome ;* un Mémoire de M. Hélie *sur la Résistance des solides*, sont renvoyés à l'examen de divers commissaires.

M. Bruun-Neergard lit un Mémoire *sur le Canal de Holstein qui joint la Baltique à la mer d'Allemagne.*

On lit le rapport de M. Parisot sur l'aérolithe tombé à la Baffe, près d'Épinal, le 13 septembre der. (*Voyez* le Cahier précédent.)

Un fragment de l'aérolithe est remis à M. Vauquelin, qui le soumettra à l'analyse chimique.

Le reste de la séance a été consacré, en comité secret, à des objets d'administration intérieure.

Séance du lundi 14 octobre.

L'Académie reçoit une nouvelle lettre de Mme Peyrard sur la traduction d'*Apollonius*, dont elle est dépositaire.

M. Burdin, ingénieur des mines, professeur à l'École de Saint-Étienne, présente un Mémoire intitulé : *Des Turbines hydrauliques ou Machines rotatoires à grandes vitesses.* (Nous attendrons le rapport pour en parler.)

M. Moreau de Jonnès lit un Mémoire *sur l'Ouragan des Antilles.*

Séance du lundi 21 octobre.

M. Ranson, de Munick, sollicite de nouveau un jugement sur ses nouvelles démonstrations géométriques.

Une demande semblable est adressée par M. Louis Le Gris. L'Académie invite les commissaires à lui présenter promptement leur travail.

Le Ministre de l'Intérieur transmet l'Ordonnance qui approuve la transaction consentie entre les Académies et la légataire universelle de M. de Montyon.

On reçoit un nouvel échantillon de l'aérolithe tombé dans le département des Vosges.

Au nom d'une Commission, M. Duméril fait un rapport favorable sur un ouvrage manuscrit de MM. Sulpicy et Bonneau, médecins de Paris, intitulé : *Recherches sur la contagion de la fièvre jaune, ou rapprochement des faits les plus propres à éclairer cette question.*

Cet ouvrage, qui a exigé beaucoup de recherches, renferme entre autres choses, dans deux chapitres mis en opposition, tous les faits et tous les raisonnemens qu'on a apportés pour prouver que la fièvre jaune est éminemment contagieuse; et d'autre part, tous les faits et tous les raisonnemens sur lesquels se fondent les *anti-contagionistes.* D'après l'avis de la Commission, l'Académie engagera MM. Sulpicy et Bonneau à livrer promptement leur ouvrage à l'impression.

M. Desfontaines fait un rapport sur un Mémoire de M. Foderà, *relatif aux sympathies et à d'autres phénomènes qui sont ordinairement attribués au système nerveux.*

Voici par quels exemples l'auteur établit la différence qu'il croit exister entre la sensation et la sympathie :

Si une personne reçoit sur la main une impression, et qu'elle soit transmise par les nerfs, elle sera perçue par

le cerveau ; mais si la même personne est préoccupée ou endormie, la main se retirera sans que le cerveau en ait la perception. Dans le premier cas, il y a perception avec sensation ; dans le second, il n'y a qu'une simple sensation. Si l'impression est douloureuse, non-seulement elle se transmettra au cerveau, mais d'autres organes seront aussi plus ou moins fortement affectés : c'est ce que l'auteur appelle *sympathie*. Les animaux et ceux même des classes inférieures, tels que les vers, les larves d'insectes, les polypes, etc., sont susceptibles de ces mêmes sympathies : si l'on touche légèrement un de ces animaux, il se retire ; mais si on le blesse, il s'agite, se contracte en divers sens, et il est probable que ce sont là des phénomènes sympatiques analogues à ceux qu'éprouvent les animaux d'ordres supérieurs..... M. Foderà pense, d'après les expériences qu'il a faites sur la sensitive, que les contractions qu'elle manifeste lorsqu'on l'irrite ont de l'analogie avec celles des animaux dont on vient de parler. Voici les expériences rapportées par l'auteur :

Si l'on touche légèrement une foliole de sensitive, elle se ferme seule ; si l'on en touche plusieurs de la même manière, celles-ci se fermeront encore sans que le mouvement se communique aux autres ; mais si on pique une foliole ou si on la brûle avec les rayons du soleil concentrés par une lentille, non-seulement la foliole se fermera, mais toutes les autres folioles collatérales du même rameau de la feuille se fermeront très-promptement, et, quelques instans après, le pétiole s'abaissera, et les folioles de ses autres ramifications qui étaient ouvertes se fermeront également.

En général, la promptitude ou la lenteur des contractions dépend de l'âge, de la vigueur de la plante, de l'intensité de la lumière, de la température de l'atmosphère, etc., etc. L'auteur assure que ces contractions ne s'étendent pas au-delà de la feuille sur laquelle on fait l'expérience. Il dit qu'ayant entamé et brûlé la tige d'une sensitive; qu'en ayant coupé un rameau avec des ciseaux sans en agiter les feuilles, elles ne se sont pas fermées; mais si on applique sur la tige une goutte d'acide nitrique ou vitriolique, alors les feuilles s'abaissent et se ferment bientôt après; expérience qui avait déjà été faite par l'un des commissaires, et que l'auteur considère comme la preuve de l'absorption.

La sensitive offre encore d'autres phénomènes que M. Foderà croit analogues à ceux qui s'observent dans les animaux, tels que les habitudes. On sait, et l'un des commissaires en a fait lui-même l'expérience, qu'une sensitive mise dans une voiture en mouvement se contracte d'abord; mais que, peu de temps après, les feuilles abaissées se relèvent et s'épanouissent malgré les secousses de la voiture. Il est aussi prouvé, d'après les expériences faites au Jardin du Roi, par M. Decandolle, que la sensitive est susceptible de prendre des habitudes contraires à celles qu'elle a communément, et que si on l'expose pendant la nuit à une lumière artificielle bien vive, ses feuilles s'épanouissent et restent, au contraire, fermées pendant le jour si on la prive de lumière en l'enfermant dans un lieu obscur.

M. Girard, au nom d'une Commission, fait un rapport sur un Mémoire de M. Lager-Hjelm, *relatif à l'écou-*

lement de l'air par les tuyaux de conduite. (Nous imprimerons le rapport.)

Au nom de la Section de Mécanique, M. Dupin fait un rapport provoqué par S. E. le Ministre de l'Intérieur, sur les moyens d'empêcher les voitures de verser.

M. Ripaut lit un Mémoire *sur le Zodiaque de Denderah.*

Séance du lundi 28 octobre.

M. de Cokburn adresse un Mémoire *sur une nouvelle Théorie des parallèles.*

M. Fourier fait un Rapport que nous imprimerons, sur un Mémoire de M. Benoiston de Châteauneuf, *relatif à la mortalité des femmes de l'âge de quarante à cinquante ans.*

M. Cauchy lit un nouveau Mémoire *sur les Intégrales définies.*

M. Magendie communique les expériences qu'il a faites sur les racines des nerfs qui naissent de la moelle épinière.

Il résulte de ces expériences que les racines antérieures et les postérieurs des nerfs qui naissent à la moelle épinière ont des fonctions différentes ; que les postérieures paraissent plus particulièrement destinées à la sensibilité, tandis que les antérieures semblent plus spécialement liées avec le mouvement. Ces principes, établis sur des expériences directes, ont conduit l'auteur à l'expérience suivante qui les confirme :

La noix vomique détermine chez l'homme et les animaux des convulsions tétaniques générales très-violentes.

Il était curieux de savoir si ces convulsions auraient encore lieu dans un membre dont les nerfs du mouvement seraient coupés, et si elles se montreraient aussi fortes qu'à l'ordinaire, la section du nerf du sentiment étant faite. Or, voici ce qui est arrivé : sur l'animal où les racines postérieures étaient coupées, le tétanos a été complet et aussi intense que si les racines spinales eussent été toutes intactes : au contraire, dans un animal auquel on avait coupé les nerfs du mouvement d'un des membres postérieurs, ce membre est resté souple et immobile dans le moment où, sous l'influence du poison, tous les autres muscles du corps éprouvaient les contractions tétaniques les plus prononcées.

M. de Rossel fait un rapport avantageux sur le nouveau *Traité* manuscrit *de Navigation* de M. Lescan.

L'Académie va au scrutin pour choisir la Commission de six membres qui devra présenter une liste de candidats à la place d'associé étranger vacante par la mort de M. Herschel. Les commissaires nommés sont : pour les sciences mathématiques, MM. Laplace, Le Gendre et Arago ; pour les sciences physiques, MM. Lacépède, Cuvier et Thenard. Le président est de droit membre de la Commission.

Analyse *d'un Phosphate d'alumine naturel.*

Par M. Vauquelin.

M. Débassyns fils, qui vient d'achever un grand voyage, me remit, dans le mois de juillet dernier, divers

échantillons d'une substance blanche qu'il croyait de nature argileuse, et d'une terre noire ayant l'aspect de la tourbe, pour que j'en déterminasse exactement la nature.

Avant que de passer aux différentes expériences faites à ce sujet, il ne sera peut-être pas inutile de rapporter ici les détails que nous a communiqués M. Débassyns.

« Les échantillons de terre blanche proviennent du » quartier Saint-Paul, île Bourbon : je les ai trouvés » dans une caverne volcanique dont l'entrée est située » dans le rempart d'un très-vaste bassin formé par la ri- » vière Saint-Gilles, et connu dans le pays sous le nom » de *Bassin-Bleu.*

» Personne n'avait encore pénétré dans cette caverne, » qui est extrêmement profonde et d'une hauteur très- » inégale; elle est tapissée d'un grand nombre de petites » stalactites. Ce n'est qu'après avoir fait quelques pas » dans cette caverne que l'on trouve, à droite et à gau- » che, déposés contre ses parois, des tas assez considé- » rables de terre blanche : on continue à en rencontrer » jusqu'à ce qu'elle soit remplacée par la terre noire : » cette dernière forme entièrement, dans certains en- » droits, le sol de la caverne, et conserve encore la » forme de blocs de laves qui paraîtraient s'être déta- » chés de la voûte. »

La terre dont il s'agit est en petites masses blanches, légèrement jaunâtres, sans consistance, très-légères : elle est grasse et comme onctueuse au toucher; elle happe fortement à la langue, à la manière des terres argileuses; elle ne répand aucune odeur ; si on la laisse séjourner

long-temps dans la bouche, on croit sentir une légère saveur acidule.

L'ayant soumise à la calcination dans un creuset de platine, dans le dessein de déterminer la quantité d'eau qu'elle contenait, elle laissa dégager une odeur très-marquée d'ammoniaque pure : ce dégagement, qui se continue assez de temps, ayant fixé plus particulièrement l'attention sur cette terre, on la soumit successivement aux épreuves suivantes :

1°. Chauffée au chalumeau, elle y devient phosphorescente, mais elle ne se fond pas : elle prend une blancheur éclatante.

2°. Traitée par l'eau bouillante à plusieurs reprises, elle cède à ce véhicule une matière colorante jaune et une petite quantité d'un sel que l'eau de chaux et la potasse caustique font bientôt reconnaître pour du phosphate d'ammoniaque; mais (comme nous le verrons par la suite) jamais on ne peut enlever la totalité de ce sel au moyen de ces lavages à l'eau chaude : il ne s'en dissout qu'une très-petite partie, soit qu'il forme une combinaison avec l'autre partie de cette terre, ou autrement.

3°. La lessive de potasse caustique dissout cette terre à froid, en donnant lieu à un dégagement abondant d'ammoniaque; la dissolution conserve une teinte jaune assez intense à cause de la présence d'une matière animale : il reste pour résidu quelques petits flocons d'oxide de fer, mais en très-petite quantité.

4°. Les acides sulfurique, nitrique et muriatique la dissolvent également avec une grande facilité; mais toutes ces dissolutions demeurent constamment acides, quelque quantité de matière terreuse qu'on y ajoute.

Ces expériences nous annonçant dans cette substance un sel alumineux, nous en avons fait bouillir 3 grammes avec une solution de carbonate de potasse pendant une heure, et nous avons filtré et lavé le résidu à l'eau bouillante.

La liqueur, saturée par l'acide nitrique et soumise ensuite à l'ébullition pour en chasser tout l'acide carbonique, a été éprouvée par divers réactifs; et comme l'eau de chaux y produisait un précipité abondant, floconneux et demi-transparent, on a décomposé entièrement la liqueur par ce moyen : le précipité, lavé à grande eau et séché, pesait 1.70.

Ce précipité a été reconnu pour du phosphate de chaux, mêlé encore à une très-petite quantité d'alumine dissoute à la faveur de l'alcalinité du sous-carbonate; car, ce phosphate, soufflé au chalumeau avec un peu de nitrate de cobalt, prit une teinte bleue légère.

Pour éviter de dissoudre ainsi de l'alumine en même temps que l'on décomposait le phosphate de cette base, nous essayâmes le procédé que M. Berzelius a mis en usage pour l'analyse de la wawellite : nous fîmes donc un mélange de trois parties de cette terre, d'une et demie de silice et de trois de sous-carbonate de soude pure : nous chauffâmes au rouge pendant une demi-heure; après quoi, nous lavâmes la matière à l'eau chaude jusqu'à ce que les liqueurs cessassent d'être alcalines; alors nous les saturâmes par un acide, nous les fîmes évaporer à siccité, pour les reprendre par l'eau simple.

Ces lavages furent précipités par un sel de chaux, et le précipité lavé à l'eau bouillante : ce phosphate, calciné au rouge, pesait 1.90, et retenait beaucoup plus

d'alumine que le précédent, à en juger par la teinte foncée que lui communiqua le nitrate de cobalt.

Il fallut donc essayer un autre moyen, et celui-ci nous réussit assez bien : nous prîmes 3 gr. de terre blanche que nous traitâmes par le sous-carbonate de potasse; nous filtrâmes, et après avoir bien lavé le filtre, nous fîmes passer dans les liqueurs un courant de gaz acide carbonique : il se précipita en effet une petite quantité d'alumine que nous recueillîmes, et qui pesait, après avoir été calcinée au rouge, $0^g,05$. Le phosphate précipité par l'eau de chaux nous donna $1^g,65$ pour son poids : il ne produisit avec le nitrate de cobalt qu'une teinte très-légère.

En admettant que le phosphate de chaux soit formé de

Chaux,	80,5;
Acide,	100,0;

Ces $1^g,65$ doivent contenir :

Chaux,	0,736;
Acide,	0,914.

Nous reprîmes le résidu provenant de l'opération précédente par de l'acide hydrochlorique faible; il n'y eut point d'effervescence : nous versâmes ensuite un léger excès de potasse qui redissolvit l'alumine, et nous précipitâmes cette terre par le muriate d'ammoniaque; nous obtînmes pour son poids $1^g,35$; à quoi il faut ajouter les 0,05 séparés par le courant d'acide carbonique. Total, 1,40.

Cette expérience, recommencée une seconde fois, a donné à-peu-près les mêmes résultats.

Il était intéressant de reconnaître en quelles proportions le phosphate d'ammoniaque était uni au phosphate d'alumine : pour cela, nous introduisîmes dans une fiole à médecine, à laquelle était adapté un tube recourbé plongeant dans une eau acidulée par l'acide hydrochlorique, 3 grammes de cette terre, et par-dessus nous versâmes une solution de potasse caustique ; la réaction fut aidée par une douce chaleur jusqu'à ce qu'il ne se dégageât plus de gaz : nous laissâmes bouillir encore quelques instans, après quoi nous démontâmes l'appareil dans lequel on ne sentait aucune odeur ammoniacale. Le liquide contenu dans le récipient fut évaporé avec beaucoup de soin, et chauffé ensuite pendant longtemps à une douce chaleur : le résidu qu'il laissa était blanc et pesait 0,30. Il fut reconnu pour du sel ammoniac.

Ce sel est formé de

Acide,	100 ;
Base,	45,94.

Ces 0g,30 d'hydrochlorate d'ammoniaque donnent donc :

Acide,	0,206 ;
Base,	0,094 ;

et comme le phosphate ammoniacal est formé de

Acide,	100 ;
Base,	47,22,

ces 0,094 d'ammoniaque correspondent à 0,199 d'acide phosphorique, et forment par conséquent 0,293 de phosphate d'ammoniaque.

Maintenant, pour connaître la quantité d'acide phosphorique uni à l'alumine, il ne faut plus que retrancher des 0,914 d'acide phosphorique obtenus précédemment, les 0,199 qui se trouvent unis à l'ammoniaque, et l'excès 0,715 sera la quantité qui se trouve unie à l'alumine, et l'on voit qu'il forme, à peu de chose près, la moitié du poids de la base.

Nous ne pûmes découvrir que des traces infiniment petites de chaux, d'oxide de fer et d'une matière animale qui paraît s'avancer de plus en plus vers sa destruction; car, dans un premier échantillon sans doute pris moins profondément, la matière était presque sans couleur. Les échantillons les plus foncés en couleur diffèrent un peu des autres pour la quantité de phosphate d'ammoniaque : lorsqu'on les calcine dans un creuset pour juger de la perte, on trouve au fond du vase une couche de verre phosphorique assez considérable; ce qui n'arrive point aux autres. La matière devient d'un blanc superbe; preuve qu'elle ne contient qu'une quantité de fer extrêmement petite.

Il n'est pas facile d'estimer l'eau qu'elle contient, parce qu'il est difficile d'en chasser la totalité sans donner lieu en même temps à un dégagement d'alcali volatil.

M. Berzelius a fait connaître, dans le tome XII des *Annales de Chimie et de Physique*, l'analyse d'un minéral appelé *wawellite*, dans lequel il a trouvé le phosphate d'alumine; mais il se rencontre dans ce minéral différens corps, tels que l'eau, l'acide fluorique, la chaux, les oxides de fer et de manganèse, qui en forment environ le $\frac{1}{3}$, et qui empêchent de le considérer comme un sel

pur. Le nôtre ne renferme ni chaux, ni fer, ni acide fluorique; en un mot, il n'est formé en totalité que de sous-phosphate d'alumine, mêlé à une petite quantité de phosphate d'ammoniaque.

Examen de deux autres matières remises par M. Débassyns.

1°. *Quartz cristallisé en stalactite.*

Ce quartz, formé de couches concentriques, offre tous les caractères physiques du carbonate de chaux stalactiforme, avec lequel on pourrait le confondre sans la dureté qui le distingue. Il a été trouvé à la voûte de la caverne de l'île de Bourbon, où se rencontre le phosphate d'alumine

Un gramme de cette matière, chauffé au rouge, s'est réduit à 85 centigrammes : sa couleur ne change que fort peu ; elle devient seulement un peu rose.

Un gramme 10 centièmes, chauffés avec 2 grammes de potasse, ont éprouvé une fusion tranquille et très-liquide. On a obtenu de l'analyse de cette matière 6 centièmes de gramme d'oxide de fer, 8 centièmes de chaux et 85 centièmes de silice pure.

Ce quartz est donc composé sur 1,10 gramme de : silice 0,850 ; humidité 0,150 ; oxide de fer 0,060, et chaux 0,031.

2°. *Matière noire trouvée dans la caverne de l'île de Bourbon, déjà citée.*

Cette substance est très-légère, facile à réduire en poudre et d'une couleur brune foncée. Exposée à la flamme

du chalumeau, elle brûle comme les matières animales, et paraît avoir de l'analogie avec les substances momifiées.

Elle fournit, à la distillation, beaucoup d'huile empyreumatique, de l'ammoniaque et une légère odeur d'acide prussique. Le résidu charbonneux contient de la silice, du phosphate et du carbonate de chaux.

5 grammes traités avec de l'alcool bouillant n'ont fourni que 5 centigr. d'un extrait sec, d'un brun clair, contenant un sel déliquescent et une matière résineuse. Cet extrait, lavé avec une petite quantité d'eau, a fourni une petite quantité de muriate d'ammoniaque et un peu de matière extractive.

5 autres grammes de cette même matière calcinés dans un creuset se sont réduits à 35 centigrammes de cendres formées de phosphate de chaux, de carbonate de la même base et d'oxide de fer.

Cette substance provient sans doute de matières animales décomposées, avec le temps, par le concours de l'air et de l'humidité : ce qui paraît le prouver, c'est que, dans la même caverne, l'on trouve, au rapport de M. Débassyns, des tas considérables d'ossemens fort anciens, à en juger par un échantillon rapporté par ce voyageur, qui était extrêmement fragile, et qui présentait à sa surface une cristallisation en aiguilles brillantes qui étaient du phosphate de chaux.

Ne serait-il pas possible que l'acide phosphorique produit par la décomposition de ces matières animales eût donné naissance au phosphate d'alumine, dont l'analyse précède ?

Moyen *d'enflammer la poudre sous l'eau, et divers alliages du potassium.*

Par M. Serullas.

(Extrait.)

On parvient à enflammer la poudre sous l'eau au moyen d'un mélange fulminant de charbon et d'alliage d'antimoine et de postassium, qui prend feu par le contact de l'eau et communique l'inflammation à la poudre. On prépare le mélange fulminant de la manière suivante :

Porphyrisez ensemble soigneusement 100 grammes d'émétique, 3 grammes de noir de fumée ou de charbon ordinaire en poudre.

Des creusets de la capacité de 75 à 80 grammes, qu'on ne doit remplir qu'aux trois quarts, étant usés sur leurs bords, on les frotte intérieurement avec de la poudre de charbon, afin d'en tapisser légèrement les parois, et s'opposer par là à l'adhérence du cône charbonneux qui reste après la calcination. Le mélange étant introduit dans le creuset, on le couvre d'une couche de charbon en poudre, et on lute les jointures du couvercle. Après trois heures d'un bon feu dans un fourneau à réverbère, on enlève le creuset pour le laisser refroidir pendant six à sept heures. Cet intervalle est nécessaire pour donner le temps à l'air, qui pénètre toujours un peu dans les creusets, de brûler la couche extérieure de la masse fulminante ; car, en la retirant trop récente, il y a toujours explosion. On s'empresse ensuite de l'enfermer sans la briser dans un vase à large ouverture : avec le temps, elle se divise d'elle-même en fragmens plus ou moins

gros, et se conserve avec toutes ses propriétés pendant des années.

Quand la calcination a été opérée comme il vient d'être dit, le produit est excessivement fulminant, au point de donner lieu, sans la moindre compression, par le contact de l'eau, à une détonnation semblable à celle d'une forte arme à feu.

Au lieu d'émétique, le mélange ci-après donne un charbon également fulminant : 100 grammes d'antimoine, 75 de crême de tartre charbonnée, 12 de noir de fumée, le tout porphyrisé.

Avec ces charbons fulminans, il est facile d'enflammer la poudre sous l'eau. L'expérience en a été faite de la manière suivante : demi-once de poudre de chasse a été introduite dans un fort tube de verre fermé par un bout ; la poudre occupait à-peu-près le quart de sa capacité. Gros comme un pois de charbon fulminant a été placé en avant au contact de la poudre. Immédiatement après son introduction, on a fermé avec un bouchon de liège préparé à l'avance. Ce bouchon était percé d'un petit trou, scellé lui-même avec du lut gras, assez mou pour pouvoir être facilement traversé par un corps aigu quand il en serait temps.

L'artifice, ainsi disposé, a été placé dans un grand vase sous deux à trois pieds d'eau, y étant assujetti par des poids. Alors, au moyen d'un bout de fil d'acier fixé à l'extrémité d'une longue baguette, on a pu, d'une certaine distance, perforer le lut : à l'instant, l'eau qui s'est introduite a déterminé l'inflammation de la poudre. Le tube a été brisé, et un poids d'un kilogramme dont on l'avait chargé pour le maintenir a été jeté hors du vase.

M. Serullas ne s'est pas borné, dans son Mémoire, à donner le moyen d'enflammer la poudre sous l'eau ; il décrit plusieurs alliages triples du potassium et du sodium, et donne de nouveaux détails sur la manière de préparer l'alliage de potassium et d'antimoine.

Alliage triple de potassium, de cuivre et d'antimoine. Il s'obtient en faisant fondre parties égales de crême de tartre charbonnée (1), d'antimoine et de cuivre en limaille. Pour réussir, on porphyrise ensemble, comme de coutume, la crême de tartre et l'antimoine. Ce mélange étant introduit dans le creuset, on met par-dessus la limaille de cuivre, mêlée elle-même avec un sixième de son poids d'antimoine, afin de faciliter sa fusion. Le creuset couvert et luté, on chauffe fortement, pendant deux heures, dans un fourneau tirant bien.

L'alliage est caractérisé, comme celui d'antimoine et de cuivre, par une teinte violette. Il se divise par lames très-minces, très-brillantes, qui s'aplatissent d'abord sous le choc, et se brisent ensuite. Il est volatil. Des fragmens de cet alliage jetés sur un bain de mercure recouvert d'une petite couche d'eau, y tournoient vivement.

Alliage triple de potassium, d'argent et d'antimoine. On le prépare absolument comme le précédent : il est encore plus volatil que celui de cuivre. Sa couleur est d'un gris d'acier, et son éclat très-vif. Il se brise facilement ; il contient beaucoup de potassium.

---

(1) Pour concentrer la potasse que contient la crême de tartre, il faut charbonner celle-ci en la grillant sur un têt, jusqu'à réduction à-peu-près de moitié de son poids.

Alliage triple de potassium, de fer et d'antimoine. Une partie de tournure de fer, coupée par petits morceaux, étant placée au fond d'un creuset, on met pardessus une égale quantité de crême de tartre charbonnée et autant d'antimoine. La fusion étant opérée au moyen d'une forte chaleur, on a un alliage triple contenant beaucoup de potassium. Il se brise facilement. On prépare avec la même facilité l'alliage triple de bismuth.

Alliage de potassium et de bismuth. Porphyriser ensemble 60 grammes de crême de tartre charbonnée, 120 de bismuth, 1 de nitre; introduire dans un creuset; recouvrir d'une couche de noir de fumée; fermer soigneusement et chauffer deux heures.

Cet alliage est très-riche en potassium. Le plus petit fragment, coupé avec des ciseaux, étincelle. Dès qu'on le brise, il entre en fusion et brûle, en laissant pour résidu l'oxide sous forme de poudre verdâtre.

Si au mélange ci-dessus on ajoute, au lieu de nitre, 10 à 12 grammes de noir de fumée ou de charbon ordinaire, on obtient un pyrophore qui par le contact de l'eau s'enflamme et éclate avec de petites fulminations. On peut s'en servir pour enflammer la poudre sous l'eau.

Alliage de potassium et d'étain. Porphyriser ensemble 100 grammes d'oxide d'étain, 60 de crême de tartre charbonnée et 8 de noir de fumée. En doublant la quantité de charbon, on a un porphyre.

Alliage de potassium et de plomb. Porphyriser ensemble 100 grammes de protoxide de plomb et 60 de crême de tartre charbonnée. Cet alliage est d'un blanc

argentin ; il se brise facilement. Une addition au mélange de 5 à 6 grammes de noir de fumée le rend pyrophorique.

Je remarquai, dit M. Serullas, dans la préparation de ces différens alliages, que la couche de charbon que je plaçais au-dessus pour les garantir de l'action de l'air acquérait, quoique n'étant aucunement mêlée, la propriété de s'enflammer spontanément à l'air. Ne pouvant attribuer cet effet qu'à du potassium volatilisé pendant l'opération, et retenu par le charbon, j'ai été ramené à l'idée que j'avais déjà eue de pouvoir séparer le potassium de ses alliages par la chaleur, puisque je voyais, dans chaque opération, une séparation partielle s'effectuer ; j'ai donc encore une fois entrepris l'expérience suivante :

J'ai introduit dans un canon de fusil réduit à-peu-près à la moitié de sa longueur, et fermé d'un côté par la culasse, un mélange porphyrisé de 50 grammes de crême de tartre charbonnée, 70 de litharge et 2 de noir de fumée.

Le canon, recourbé très-près de son extrémité supérieure, portait le récipient de MM. Gay-Lussac et Thenard pour la préparation du potassium. Après avoir enfoncé le canon presque perpendiculairement dans un grand fourneau, jusqu'au point de sa jonction avec le récipient, il a été chauffé successivement à un degré très-voisin de la fusion du fer, au moyen d'un feu alimenté par un fort soufflet.

Il s'est dégagé, comme de coutume, dans les premiers momens, beaucoup d'eau, de l'huile empyreumatique et des vapeurs jaunâtres ; produits qu'on a laissé échapper avant d'ajuster la seconde partie du récipient, qui a été adaptée dès qu'on n'a plus aperçu d'humidité. Le

tube de verre courbé, dont on arme ordinairement cette seconde partie du récipient, plongeait dans une petite capsule d'eau. Après deux heures de feu, il s'est fait tout-à-coup un dégagement si rapide de gaz, qu'une grande quantité de la matière a été emportée jusque dans la capsule, et du potassium venait de temps en temps brûler à la surface de l'eau. Le feu a été continué avec une grande force pendant deux autres heures; et, dans la crainte que le canon qui n'était pas revêtu de lut ne fondît, on a arrêté l'opération, quoique le dégagement de gaz fût encore très-vif.

L'appareil ayant été refroidi de suite, le récipient enlevé ne contenait rien autre que quelques portions de la matière projetée. Tout-à-fait à l'extrémité du canon se trouvait de l'alliage de potassium et de plomb qui, projeté sur le mercure recouvert d'un peu d'eau, brûlait aussi violemment que du potassium. Le canon, scié à-peu-près à 3 pouces au-dessous de son orifice, a laissé voir sur ce point et dans le voisinage une grande quantité (7 à 8 grammes) de potassium presque pur, qui s'y était accumulée; il était superposé par plaques sur de l'alliage. Après l'avoir retiré, j'ai essayé, pour le purifier, d'en fondre une portion dans de l'huile de pétrole distillée; il y a eu une action très-vive; une grande partie du potassium s'est détruite; de petites quantités seulement ont pu être séparées sous forme de globules du plus beau brillant argentin. J'avais conservé le reste dans l'état où je l'avais obtenu, pour des expériences; l'occasion de l'employer utilement n'a pas tardé de se présenter, celle de l'hydriodure de carbone que je ne connaissais pas alors.

Ce résultat peut encore donner, il me semble, l'espoir de parvenir à retirer la quantité considérable de potassium qui se forme dans les alliages, en employant les métaux très-fusibles les plus fixes. Ces métaux, ainsi que M. Vauquelin l'a reconnu le premier, rendent extrêmement facile la réduction de la potasse par le charbon, s'associant, dans cette opération, beaucoup de potassium, quelques-uns jusqu'à un cinquième de leur poids, et même plus. Il y aurait donc un grand avantage à pouvoir le séparer, ne fût-ce qu'en partie, attendu que l'apprêt des matériaux n'est ni difficile ni dispendieux, puisqu'il consiste dans un simple mélange de crême de tartre charbonnée avec le métal ou son oxide.

L'alliage de bismuth et de potassium peut offrir, dans certaines circonstances, un excellent moyen de s'assurer si un gaz est parfaitement sec. Il suffira de faire passer sous la cloche contenant le gaz, placée sur le mercure sec, un très-petit fragment de cet alliage; la moindre humidité en détermine le tournoiement.

Lettre *de M.* Peschier *aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique.

Vous avez donné, dans le dernier Cahier de vos précieuses *Annales*, page 383, la traduction de l'analyse d'un mica, par M. Rose (1), que ce jeune chi-

(1) *Annalen der Physik.* B. 71. St. 5.

miste termine en annonçant « qu'il a soumis à l'é-
» preuve du chalumeau les espèces de micas que j'ai
» analysées, et qu'il n'a pu y découvrir aucune trace de
» titane, quoique ce corps soit du nombre de ceux qu'on
» peut découvrir facilement au chalumeau, par la ma-
» nière dont il se comporte avec les fondans. » Je crois devoir prévenir, à cet égard, que les oxides de titane obtenus dans mes analyses de micas fournissent tous, au chalumeau, les caractères indiqués par M. Berzelius; tandis que les mêmes micas, vu les corps étrangers qui s'y rencontrent, ne les laissent que difficilement reconnaître, comme les essais de M. Rose le confirment. J'ajouterai que, quant à l'impossibilité d'obtenir le titane, attribuée aussi par lui au procédé suivi dans l'analyse du mica vert du Vésuve, mes résultats contredisent son opinion; j'observerai seulement que l'expérience m'a démontré depuis lors, que le mode d'opération employé dans l'analyse du mica noir de Sibérie, et ensuite dans celle de neuf autres espèces, offrait des résultats plus exacts, comme les chimistes seront à même de s'en convaincre dans mon second Essai, qui est sous presse.

Rapport *fait à l'Académie, le* 21 *octobre* 1822, *par M.* Girard, *sur un Mémoire de M.* Lagerhjelm *relativement à l'écoulement de l'air par des orifices.*

L'Académie a reçu de M. Olivier, ancien élève de l'École Polytechnique, l'exposé de quelques expériences

qui ont été faites par M. Lagerhjelm, *sur l'écoulement de l'air atmosphérique par des orifices pratiqués en mince paroi, et sur l'aspiration qui a lieu à la paroi d'un tuyau court, contenant de l'air qui s'écoule sous des pressions déterminées.*

Nous avons été chargés, M. Ampère et moi, d'en faire le rapport à l'Académie.

La matière dont il s'agit n'est pas nouvelle en Suède; dès l'année 1782, M. Gahn s'en était occupé à Fahlun. Vingt ans après, M. Banks, en Angleterre, la soumit à des expériences dont il a été rendu compte dans le Journal de Nicholson, du mois d'août 1802. On s'en occupa de nouveau en Suède, à la forge de *Tuendahl;* mais ces derniers essais ayant été faits sur une trop petite échelle, on a jugé à propos de les répéter sur une plus grande. C'est du résultat de ce nouveau travail que nous avons à rendre compte.

L'appareil dont M. Lagerhjelm s'est servi consiste en une cuve cylindrique de bois, de 3 pieds $\frac{28}{100}$ de diamètre, et de 4 pieds et demi de hauteur, mesure de Suède. Cette cuve contient une certaine quantité d'eau, dans laquelle on peut faire plonger plus ou moins profondément une cloche cylindrique de cuivre battu, d'un diamètre un peu moindre, et remplie préalablement d'air atmosphérique. On conçoit qu'en abandonnant cette cloche à sa propre pesanteur, ou en la chargeant d'un poids étranger, l'air qu'elle contient deviendra plus dense, et que l'excès de densité qu'il acquerra sera exactement mesuré par la différence de niveau de l'eau de la cuve, à l'extérieur et à l'intérieur de la cloche.

Que l'on conçoive maintenant fixé au fond de la cuve

un tuyau coudé, dont une branche verticale traverse l'eau qu'elle contient, et s'élève toujours au-dessus pour être en communication constante avec l'air comprimé dans la cloche, et dont l'autre branche horizontale, se retournant extérieurement au-dessous du fond de la cuve jusqu'au-delà de sa paroi, ait son embouchure recouverte d'une lame mince de métal, dans laquelle on pratique à volonté des orifices plus grands ou plus petits; il est clair que l'air comprimé sous la cloche s'échappera par l'orifice qui sera ainsi pratiqué, et que la vitesse de son écoulement sera due à une pression représentée exactement par le poids d'une colonne d'eau de même diamètre que l'orifice, et qui a pour hauteur la différence de niveau entre la surface de l'eau de la cuve prise en dehors et en dedans de la cloche. On a fait varier les diamètres des orifices depuis environ $\frac{11}{100}$ jusqu'à $\frac{4}{100}$ de pied, et la pression, c'est-à-dire, les dénivellations de l'eau en dehors et en dedans de la cloche, depuis $\frac{161}{100}$ jusqu'à $\frac{19}{100}$ de pied.

L'observateur a tenu compte de la hauteur du baromètre et de la température pendant ses expériences.

Ayant ensuite mesuré la quantité de pieds cubes d'air comprimé qui s'est écoulée, dans un temps déterminé, sous une pression et par un orifice donnés, il a calculé la quantité d'eau qui se serait écoulée dans le même temps sous la même pression et par le même orifice; et il a trouvé que ce volume d'eau était au volume d'air dans le rapport moyen de 100 à 2875, c'est-à-dire, en supposant entre elles les pesanteurs spécifiques de l'air et de l'eau, comme 1 et 840, dans le rapport inverse des racines carrées de ces pesanteurs; ce qui s'accorde rigou-

reusement, comme il est aisé de s'en assurer, avec la formule ordinaire de l'écoulement des fluides incompressibles par des orifices en mince paroi, quand, dans cette formule appliquée à l'écoulement de l'air, on substitue à la charge d'eau, en vertu de laquelle cet écoulement s'opère, la hauteur d'une colonne d'air du même poids.

La formule ainsi transformée, telle que la donne l'auteur des expériences qui font l'objet de ce Rapport, doit cependant subir une correction. Ce n'est point en effet la hauteur d'une colonne d'air atmosphérique libre qu'il faut substituer à la dénivellation de l'eau dans la cuve, mais bien la hauteur d'une colonne d'air de même densité que celui qui est comprimé sous la cloche. Si, malgré cette inexactitude, la formule qui n'a point subi cette correction donne des résultats qui s'accordent d'aussi près avec ceux de l'expérience, cela vient de ce qu'il existe, en effet, dans les cas particuliers qui ont été examinés, très-peu de différence entre la densité de l'air qui s'écoule et l'air libre de l'atmosphère.

Il convient maintenant de faire remarquer que M. Banks avait déjà été conduit à conclure, de ses observations, que l'air, s'écoulant uniformément par un orifice en mince paroi sous une pression déterminée, suit les mêmes lois que suit dans son écoulement un fluide incompressible; c'est-à-dire, qu'une veine de fluide élastique se contracte à la sortie de l'orifice par lequel elle s'échappe, précisément comme une veine de fluide incompressible; et qu'on peut déterminer leur vitesse par la même formule d'écoulement, en exprimant la pression en vertu de laquelle le mouvement s'opère dans l'un et l'autre cas,

par le poids équivalent d'une colonne fluide aériforme de la même nature que celui qui s'écoule.

D'un autre côté, les expériences qui ont été faites par l'un de nous sur l'écoulement uniforme de l'air atmosphérique et du gaz hydrogène carboné, par des orifices en mince paroi et par des tuyaux de conduite plus ou moins longs, expériences dont il a été rendu compte à l'Académie le 12 juillet 1819, avaient déjà fait connaître que les conditions de l'écoulement uniforme de ces fluides élastiques étaient exprimées par les mêmes formules que les conditions de l'écoulement uniforme des fluides incompressibles, quand on substituait à la hauteur de la colonne d'eau, qui indique dans le manomètre la pression en vertu de laquelle le mouvement du fluide élastique a lieu, la hauteur d'une colonne du même fluide élastique qui serait du même poids que la colonne d'eau du manomètre.

Revenons aux expériences de M. Lagerhjelm : après celles dont il vient d'être parlé, il fit souder un tuyau additionnel de $\frac{46}{100}$ de pied de longueur et de $\frac{63}{400}$ de diamètre, perpendiculairement au plan de la plaque de métal dans laquelle nous avons dit que les orifices étaient ouverts, de manière que l'axe même de ce tuyau correspondît à celui de ces orifices. Il mesura ensuite la quantité d'air qui s'écoulait sous des pressions de 0,515 d. et de 0,5757 p. de hauteur d'eau. Enfin, comparant cette quantité d'air au volume d'eau qui s'écoulerait par le même tuyau additionnel et sous la même charge, il trouva que cette quantité d'air et ce volume d'eau étaient entre eux dans le rapport de 28 à 1, c'est-à dire, en raison inverse des racines carrées des nombres qui expriment les pésanteurs

spécifiques de ces deux fluides. D'où il conclut que l'air qui s'écoule uniformément d'un réservoir par un tuyau additionnel, suit les mêmes lois qu'un fluide incompressible, et que la veine effluente se contracte de la même manière.

On ajusta ensuite dans une virole qui fut placée à la partie inférieure de ce tuyau additionnel, et précisément au milieu de sa longueur, un tube de verre vertical dont l'extrémité supérieure pouvait, en glissant dans la virole, pénétrer plus ou moins dans ce tuyau; tandis que son extrémité inférieure plongeait dans un vase rempli d'eau.

L'appareil étant mis en cet état, et l'air comprimé sous la cloche s'écoulant par l'un des orifices en mince paroi qui correspondait à l'axe du tuyau additionnel, on observa :

1°. Que quelle que fût la saillie de l'extrémité supérieure du tube de verre sur la paroi intérieure du tuyau additionnel, une partie de l'air contenu dans ce tube était entraînée par celui qui s'écoulait, de sorte que ce qui restait d'air dans ce tube vertical diminuait de densité, et que la pression de l'atmosphère y faisait monter une certaine quantité d'eau du vase où son extrémité inférieure était plongée;

2°. Que cette aspiration était d'autant plus grande que l'extrémité supérieure du tube de verre était plus rapprochée du filet central de l'air en mouvement dans le tuyau additionnel;

3°. Enfin que, dans une position déterminée du tube de verre, l'ascension de l'eau à sa partie inférieure était

proportionnelle à la dénivellation de l'eau en dehors et en dedans de la cloche, de telle manière que cette dénivellation et la hauteur de la colonne d'eau aspirée dans le tube vertical approchaient de l'égalité lorsque l'extrémité supérieure de ce tube correspondait à-peu-près à l'axe du tuyau.

Il suit évidemment, de ces observations, que la vitesse des couches d'air concentriques qui étaient en mouvement dans le tuyau additionnel diminuait du centre à la circonférence de ce tuyau. Mais suivant quelle loi varie cette vitesse? Voilà ce qu'il est impossible de déduire des faits énoncés; d'une part, parce que l'on n'a point tenu compte du rapport entre le diamètre de l'orifice en mince paroi par lequel l'air sortait de dessous la cloche, et le diamètre du tuyau additionnel dans lequel il s'écoulait; d'autre part, parce que ces observations curieuses n'ont point été suffisamment variées.

En résumé, l'Académie ne pouvant qu'accueillir avec intérêt toute communication qui lui est faite, ou des phénomènes nouveaux, ou de nouvelles confirmations de phénomènes peu connus, nous pensons que M. Olivier doit être remercié de la connaissance qu'il a donnée des expériences de M. Lagerhjelm sur l'écoulement de l'air atmosphérique par des orifices en mince paroi et par des tuyaux additionnels.

Jeffersonite.

Le nouveau minéral auquel on a donné ce nom a été découvert dans les mines de fer de Franklin, par

MM. Vanuxem et Keating, à six milles nord-est de Sparta, comté de Sussex, dans le New-Jersey. Voici la description qu'en donne M. Keating :

« Ce minéral a été trouvé en masses lamelleuses, dont les plus grosses n'excèdent pas un œuf de pigeon, mêlé avec la franklinite et le grenat.

» Il présente trois clivages distincts, dont les deux premiers sont beaucoup plus faciles que le troisième ; il a pour forme primitive un prisme rhomboïdal, à base légèrement inclinée. Les angles du prisme sont 106° et 74°, et ceux d'inclinaison de la base sont 94°,45 et 85°,15. Il y a une autre face qui fait, avec la face verticale du prisme, des angles de 110° et 70°. J'ai pareillement vu, dans un cas, des clivages parallèles à un prisme rhomboïdal de 116° et 64° ; et j'en ai aussi obtenu sous les angles d'environ 99°,45 et 80°,15. Je n'ai pu établir la connexion qui existe entre ces angles et les premiers ; mais je suis porté à croire qu'ils résultent de la combinaison des deux prismes sus-mentionnés. J'avais espéré, comme la plupart des clivages ont un assez grand éclat, de pouvoir déterminer les angles par le goniomètre à réflexion ; mais tous mes efforts pour y parvenir ont été sans succès.

» La dureté de ce minéral tient le milieu entre celle du spath fluor et de la chaux phosphatée ; il se laisse aisément rayer par le pyroxène.

» Sa pesanteur spécifique varie de 3,51 à 3,55. Je l'ai une fois trouvée de 3,64 ; mais je soupçonne que ce minéral était mêlé de franklinite.

» Sa couleur est le vert olive foncé, passant au brun.

» Il est un peu translucide sur les bords.

» Son éclat est faible, mais semi-métallique sur les faces du clivage ; dans la cassure transversale, c'est l'éclat résineux.

» La cassure est lamelleuse quand elle est faite dans la direction du clivage ; autrement elle est inégale.

» Rayé avec un canif, il donne une râclure grisâtre.

» La couleur de sa poussière est le vert léger.

Au chalumeau, il se fond promptement en un globule de couleur foncée.

» Il ne donne aucun signe d'électricité, soit naturellement, soit par la chaleur ou le frottement.

» Il n'est point magnétique, soit par la méthode ordinaire, soit par celle du double magnétisme due à l'ingénieux abbé Haüy.

» Les acides n'ont, à froid, aucune action sur lui. Quand on le fait digérer pendant long-temps dans l'acide nitro-muriatique bouillant, il s'en dissout environ $\frac{1}{10}$. Le résidu est d'une couleur plus claire; il est composé de

Silice,	56,0 ;
Chaux,	15,1 ;
Protoxide de manganèse,	13,5 ;
Peroxide de fer,	10,0 ;
Oxide de zinc,	1,0 ;
Alumine,	2,0 ;
Perte par la calcination,	1,0 ;
Perte,	1,4.
	100,0.

Analyse *de l'Acétate de cuivre et du Vert-de-gris.*

Par R. Phillips.

(*Annals of Phil. new series.* I. 417; et IV. 161.)

100 grains d'acétate de cuivre cristallisé, dissous dans l'eau, ont été décomposés par l'hydrate de chaux en excès, et convertis en acétate de chaux neutre, après la séparation de l'excès de chaux par le filtre et l'acide carbonique. Cet acétate, décomposé par le carbonate de soude, a produit 48,55 gr. de carbonate de chaux, représentant 49,2 d'acide acétique, si l'on admet 63,96 pour le nombre équivalent de cet acide.

100 grains d'acétate de cuivre, décomposés par la potasse, ont laissé 39,5 gr. d'oxide de cuivre.

En prenant, pour la quantité d'eau que contient ce sel, la différence entre son poids et ceux de l'acide acétique et de l'oxide de cuivre qu'on vient d'obtenir, on a, pour sa composition :

Acide acétique,	49,2;
Oxide de cuivre,	39,2;
Eau,	11,6;
	100,0;

ou bien 1 atome d'acide acétique;
1 atome d'oxide de cuivre;
3 atomes d'eau.

Le vert-de-gris, examiné attentivement, présente de petits cristaux qui, au lieu d'être très-distincts et d'une

couleur verte, comme ceux de l'acétate de cuivre, sont aciculaires, d'une couleur bleue claire et d'un éclat soyeux. Dans l'état dans lequel on rencontre ordinairement le vert-de-gris, il est très-difficile, à cause de son extrême compacité, de déterminer s'il est entièrement composé de ces cristaux bleus, ou s'il renferme encore quelque autre acétate ou de l'hydrate de cuivre.

Des cristaux bleus séparés du vert-de-gris avant qu'on l'eût soumis à la presse, quoique paraissant entiers, étaient trop petits pour qu'on pût en déterminer la forme; ils ne s'altéraient point à l'air, et ils étaient si légers que, lorsqu'ils n'étaient pas comprimés, 100 grains occupaient un espace égal à une once d'eau. En ajoutant une petite quantité d'eau à ces cristaux, ils l'absorbent précisément comme le vert-de-gris. En les lavant plusieurs fois de suite avec de grandes quantités d'eau froide, ils deviennent graduellement bruns, et, au bout de trois jours, ils paraissent avoir été décomposés complètement.

Ainsi, les cristaux bleus sont séparables par l'eau en un acétate soluble, et un autre qui est insoluble, et même ce dernier est entièrement décomposé par l'eau froide.

Pour déterminer la quantité d'acide contenue dans ces cristaux, on les a décomposés par la chaux, et l'acétate de chaux qui en est résulté a été converti en carbonate, au moyen du carbonate de soude. 100 parties ont ainsi fourni 28,30 d'acide acétique.

L'oxide de cuivre a été déterminé en chauffant 100 parties de cristaux bleus dans un creuset de platine, et por-

tant ensuite la chaleur jusqu'au rouge; il est resté 43,25 d'oxide de cuivre.

On a obtenu l'eau par soustraction.

D'après cette analyse, les cristaux bleus sont formés de

Acide acétique,	28,30;
Oxide brun de cuivre,	43,25;
Eau,	28,45;

ou bien de

1 atome d'acide acétique;
2 atomes d'oxide de cuivre;
6 atomes d'eau.

Le vert-de-gris commun de France et celui fabriqué en Angleterre sont composés d'une manière semblable :

	Cristaux bleus.	Vert-de-gris de France.	Vert-de-gris d'Angleterre.
Acide acétique,	28,30	29,3	29,62;
Oxide de cuivre,	43,25	43,5	44,25;
Eau,	28,45	25,2	25,51;
Impuretés,	0,00	2,0	0,62.
	100,00	100,0	100,00.

Théorie *de l'action du charbon animal dans son application au raffinage du sucre.*

Par M. Payen, Manufacturier.

L'auteur prouve dans ce Mémoire, qui a été couronné par la Société de Pharmacie de Paris :

1°. « Que le pouvoir décolorant des charbons en général dépend de l'état de division dans lequel ils se trouvent ;

2°. » Que dans les divers charbons, le *carbone* agit seul sur les matières colorantes, qu'il les précipite en s'unissant avec elles ;

3°. » Que dans l'application du charbon au *raffinage* du sucre, son action se porte aussi sur les matières extractives, puisqu'il favorise singulièrement la cristallisation ;

4°. » Que, d'après les principes ci-dessus, l'action décolorante des charbons peut être modifiée au point que les plus inertes deviennent les plus actifs ;

5°. » Que la distinction qu'on a voulu établir entre les charbons animaux et les charbons végétaux est impropre, et qu'on peut lui substituer celle de charbons *ternes* et de charbons *brillans*.

6°. » Que les substances étrangères au carbone dans les charbons en général, et dans le charbon animal particulièrement, celles qui favorisent l'action décolorante, n'ont qu'une influence de position relative seulement au carbone ; qu'elles lui servent d'auxiliaires, en isolant toutes ses parties les unes des autres, et le présentant ainsi plus libre à l'action des matières colorantes ;

7°. » Que le charbon animal, outre son pouvoir décolorant, a la propriété d'enlever la chaux en dissolution dans l'eau et les sirops ;

8°. » Que, ni charbon végétal, ni quelques autres charbons, ne peuvent enlever la chaux, ni à l'eau, ni aux sirops.

9°. » Qu'à l'aide d'un instrument, qu'il propose de

nommer *décolorimètre*, il sera facile d'apprécier d'une manière exacte le pouvoir décolorant de tous les charbons.

10°. » Que la fabrication du noir animal suffit en ce moment à la consommation de ce produit en France. ».

Moyen *de se procurer le Cadmium en plus grande quantité qu'on ne l'a obtenu jusqu'à présent.*

Par Mr W. Herapath.

(Extrait des *Annals of Philosophy*.)

M. Herapath, en réfléchissant aux propriétés du cadmium et de son oxide, a pensé qu'il devait le trouver dans les produits volatilisés des établissemens où l'on prépare le zinc. Ayant en effet visité un de ces établissemens qui se trouvait dans les environs de Bristol, il a recueilli quelques échantillons dans lesquels il a trouvé depuis 12 jusqu'à 20 pour cent de cadmium.

On sait que l'on réduit l'oxide de zinc par une espèce de distillation, en l'introduisant avec du charbon dans un pot couvert exactement à sa partie supérieure, mais ayant un tube conduisant de son fond dans une voûte placée au-dessous; immédiatement au-dessous de cette voûte se trouve un vaisseau rempli d'eau; et un tube mobile, qui se réunit au premier, vient aboutir tout près de la surface de l'eau.

Les ouvriers ne réunissent les deux tubes que lorsqu'ils ne remarquent plus de flamme brune, et qu'elle est rem-

placée par une flamme bleue : la première est due à la combustion du cadmium ; l'oxide qui en provient s'attache à la partie supérieure de la voûte, mais en plus grande quantité immédiatement au-dessus de l'orifice par lequel il s'échappe : il est mêlé avec de la suie, du sulfure de cadmium et de l'oxide de zinc.

On obtient le cadmium en dissolvant le sublimé dans l'acide muriatique, et en précipitant par le zinc. Le cadmium se sépare en petites feuilles, et pour l'avoir réuni en une masse, on le distille dans un tube de verre avec un peu de noir de fumée ou de cire. Pour le recueillir sans en perdre, on retire du tube ce qui reste à son fond ; on y introduit de la cire, et on chauffe doucement ; à un degré de chaleur convenable, le cadmium se fond et se réunit au fond du tube en un bouton.

Le cadmium ainsi obtenu est plus malléable que celui sur lequel M. Stromeyer a fait ses expériences : sa densité est de 8,677, à la température de 16°,5.

Ayant une fois sublimé du métal pur dans un tube qui était resté ouvert à sa partie supérieure, et l'ayant laissé plus long-temps que de coutume exposé à l'action du feu, M. Herapath a obtenu, au lieu de cadmium, des cristaux aciculaires, radiés, de couleur pourpre et opaques. Ces cristaux se sont dissous dans l'acide muriatique sans aucune effervescence, et étaient par conséquent de l'oxide de cadmium.

M. Herapath pense que, puisque le cadmium s'élève avant le zinc, le premier produit de la distillation doit être plus riche en cadmium que le dernier ; et il ne doute point que si l'on plaçait le second tube mobile, immédiatement après avoir chargé les pots, et que l'on mît à

part les premières livres de zinc pour les soumettre à une nouvelle distillation, on ne fût dédommagé de la dépense par le cadmium qu'on obtiendrait (1).

---

(1) Il n'est nullement probable que l'on puisse séparer le zinc du cadmium par la distillation, une fois que ces deux métaux sont alliés, surtout si l'on fait attention que le zinc est en proportion beaucoup plus considérable que le cadmium, et que lors même qu'ils différeraient davantage en volatilité, la séparation, d'après ce que l'on sait pour les autres métaux, serait toujours très-incomplète. Le cadmium se montre le premier à la distillation, non parce qu'il est plus volatil que le zinc, mais parce qu'il est plus facilement réductible, puisqu'il l'est par le zinc lui-même. Ainsi, si l'on veut espérer d'obtenir par ce procédé la plus grande partie du cadmium, il faudrait que son oxide fût complètement réduit le premier. Dans ce cas, en effet, le cadmium, ne pouvant contracter d'union avec l'oxide de zinc, se volatiliserait comme s'il était seul; mais si les oxides des deux métaux sont réduits en même temps, il se forme un alliage qui n'est plus détruit par la chaleur, et qui ne pourrait l'être que par les acides ou par le grillage dans des appareils convenables. Le bas prix de l'acide sulfurique et de l'acide muriatique permettrait aujourd'hui de les employer à cet usage, pour peu que le cadmium eût de valeur; et, si l'alliage contenait beaucoup de zinc, on pourrait l'amener par le grillage au point où le cadmium commencerait à s'oxider ou à se volatiliser; on le dissoudrait ensuite dans les acides, et on en précipiterait le cadmium par le moyen du zinc.

G.-L.

Explication *de l'existence de l'eau dans l'intérieur de quelques cristaux.*

Par John Deuchar,
Professeur de Chimie à Edimbourg.

M. Deuchar, ayant versé par inadvertance de l'eau chaude dans un verre de cristal qui était fêlé à son embouchure sur une étendue de trois pouces, vit la fente s'étendre de haut en bas, acquérir jusqu'à cinq pouces de long, et reprendre ses dimensions primitives (trois pouces) dès qu'on cessa de verser de l'eau chaude. L'expérience, répétée plusieurs fois, donna toujours les mêmes résultats. En appliquant des pressions variables au milieu d'une vitre placée à plat sur une table, M. Deuchar voyait aussi de petites fentes sur les bords s'étendre et se contracter successivement. M. Sivright, à qui l'auteur communiquait ces expériences, lui apprit qu'ayant laissé de côté pendant quelques jours des plans de verre qu'il avait fêlés tout exprès dans une grande étendue à l'aide d'un fer chaud, les fentes disparurent entièrement.

M. Deuchar tire de là cette conclusion, que sous l'influence d'une pression considérable ou d'une haute température, l'eau a pu pénétrer dans les espaces vides des cristaux, par des fentes qui se seront momentanément développées, et dont il ne reste plus de trace depuis que la cause qui les produisait a disparu.

M. Deuchar croit aussi que le verre et d'autres composés siliceux sont perméables à l'eau. Il se fonde sur ce qu'une bouteille vide, ayant été descendue dans la mer à la profondeur de 200 brasses, se remplit totalement

d'eau, quoique le bouchon de liége qui la fermait n'eût point bougé. Ce bouchon était cacheté, recouvert de plusieurs doubles de toile huilée, et extérieurement d'une enveloppe de toile peinte et goudronnée fortement, attachée avec une ficelle au col de la bouteille; ajoutons que le bouchon, coupé transversalement, était parfaitement sec. M. Deuchar, du reste, a bien senti que l'expérience ne sera entièrement concluante qu'alors qu'on la fera avec un vase hermétiquement fermé, et promet de la recommander à quelques navigateurs de ses amis.

Effets *de l'Acide borique sur le fluate acide de potasse.*

M. Zeize a fait l'observation que du fluate de potasse dans lequel l'acide était en excès pouvait être rendu alcalin par une addition convenable d'acide borique. La première portion d'acide ajoutée à diminué l'acidité; les suivantes l'ont fait disparaître tout-à-fait, car le papier de tournesol n'était plus altéré; et enfin, la dissolution saline a pris un caractère alcalin, et a ramené au bleu le papier de tournesol, qui avait été rougi par le fluate acide de potasse.

Une dissolution de tournesol rougie par l'acide borique a été mêlée avec une autre dissolution de tournesol rougie par le fluate acide de potasse; et à l'instant il s'est manifesté une couleur bleue. Les mêmes effets ont eu lieu en substituant la soude ou l'ammoniaque à la potasse, et soit que l'on emploie l'eau ou l'alcool pour dissolvant.

Le sirop de violettes rougi par le fluate acide de potasse est devenu bleu par l'addition de l'acide borique, et une nouvelle quantité d'acide l'a rendu vert. Le papier teint avec le curcuma et celui teint avec le bois de Fernambouc ont éprouvé des changemens analogues de couleur; en sorte que tous ces réactifs semblent indiquer qu'il s'est séparé de l'alcali du fluate acide de potasse par l'addition de l'acide borique, ou bien que l'acide fluoborique, qui doit s'être formé au moyen de l'acide fluorique et de l'acide borique, sature moins d'alcali que chacun de ses composans n'en saturerait seul.

Sur *un Sulfate particulier d'alumine.*

Par R. Phillips.

M. Phillips, voulant préparer du sulfate d'alumine en dissolvant, dans l'acide sulfurique, de l'alumine précipitée de l'alun par le carbonate de soude, jusqu'à ce que l'acide refusât d'en prendre, a obtenu une dissolution saline très-dense qui précipitait abondamment par l'eau, et même par le repos, pendant un long espace de temps, et qui avait encore la singulière propriété, lorsqu'on la chauffait à 60 ou 65 degrés, de devenir épaisse et opaque, et de reprendre peu à peu sa transparence à une température ordinaire. Cette dissolution, après avoir continué à déposer pendant plusieurs mois, ne paraissait point avoir changé de nature, car elle précipitait encore très-abondamment par l'eau. La même dissolution de sulfate d'alumine, et le précipité que l'eau y produit,

ont exactement, suivant M. Phillips, la même composition, savoir : acide, 40,0; alumine, 40,87; et, d'après diverses considérations, il pense que l'alun est un sur-sel, et que le sulfate d'alumine qui reste en dissolution après l'action de l'eau est celui qui forme l'alun avec le bisulfate de potasse.

(*Annals of Philosophy, new series.* IV. 280.)

Observation du Rédacteur. Nous ne contesterons pas l'exactitude des résultats obtenus par M. Philipps : nous remarquerons seulement que son sulfate d'alumine ayant la propriété de se troubler par la chaleur et de reprendre sa transparence par le froid, il serait possible qu'il ne fût pas pur, et que cette circonstance eût influé sur ses résultats. On voit en effet, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, VI, 201, que l'acétate d'alumine pur conserve sa transparence quand on le chauffe, et qu'il se trouble fortement aussitôt qu'il contient de l'alun ou un sulfate. G.-L.

Conservation *des Préparations anatomiques.*

Le Dr Macartney, de l'université de Dublin, emploie, pour les préparations anatomiques, une dissolution d'alun et de nitre, à laquelle il a reconnu la propriété de conserver beaucoup mieux l'apparence naturelle de la plupart des parties du corps, que l'esprit-de-vin ou tout autre liquide employé jusqu'à ce jour. Les proportions des deux sels et la force de leur dissolution doivent varier selon les circonstances; et afin d'en imprégner entièrement les préparations anatomiques, on doit pendant quelque temps renouveler la liqueur. La dissolution jouit d'une si grande propriété anti-septique, qu'elle détruit entièrement, en peu de jours, la fétidité des substances animales les plus putrides.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	748,04	+16,8	91	748,14	+18,1	89	748,07	+19,9	89	751,10	+13,9	99	+19,9	+11,2	Couvert.	S.
2	753,13	+14,8	92	752,80	+20,0	86	751,96	+19,2	87	751,34	+15,8	98	+20,0	+10,6	Très-couvert.	S. E.
3	751,50	+18,2	88	751,73	+23,0	81	751,30	+23,8	78	751,38	+17,2	98	+23,8	+14,0	Couvert.	S.
4	753,07	+17,5	98	752,89	+21,5	90	752,33	+21,2	82	753,2	+16,2	98	+24,0	+13,8	Couvert.	S. E.
5	753,40	+14,9	98	752,50	+19,2	82	750,93	+19,5	83	748,60	+13,8	94	+19,5	+13,5	Nuageux.	S.
6	751,94	+12,2	82	752,54	+15,4	74	753,23	+13,8	71	754,71	+ 8,7	92	+15,4	+ 7,8	Nuageux.	S. O. fort.
7	752,16	+13,8	91	752,20	+16,2	85	753,30	+17,8	85	754,40	+14,5	99	+17,8	+10,0	Pluie fine.	S. S. O. fort
8	753,20	+17,0	92	752,95	+21,9	73	753,04	+19,1	82	755,80	+15,0	99	+21,9	+14,4	Nuageux.	S. fort.
9	756,48	+17,0	96	754,83	+21,5	83	753,40	+22,6	78	753,83	+16,8	95	+22,6	+11,5	Nuageux.	S. fort.
10	758,57	+15,0	86	759,30	+16,6	70	759,30	+16,8	69	761,00	+10,8	89	+17,6	+10,8	Nuageux.	S. O.
11	764,37	+12,2	90	764,27	+16,0	74	763,56	+16,6	74	762,90	+10,9	90	+16,6	+ 8,0	Nuageux.	O.
12	758,33	+12,2	90	756,56	+17,8	84	754,07	+20,9	80	752,20	+15,4	97	+20,9	+ 5,8	Lég nuag. à l'horiz.	S. E.
13	750,36	+17,2	88	749,80	+18,5	80	748,77	+16,0	87	748,57	+13,0	96	+18,5	+13,0	Couvert.	S S. O. fort.
14	744,37	+13,0	100	748,04	+10,6	99	751,67	+11,2	82	756,03	+ 7,7	92	+14,2	+ 7,0	Pluie fine.	N. très-fort.
15	757,06	+ 8,2	91	755,90	+12,8	74	753,90	+12,2	71	751,22	+ 8,4	91	+12,8	+ 3,2	Très-nuageux.	S. O.
16	745,53	+10,2	89	744,42	+12,5	88	743,88	+13,5	88	741,27	+10,4	99	+13,5	+ 7,5	Couvert, léger brouil.	S.
17	736,94	+10,9	97	735,85	+12,6	99	737,50	+13,5	90	740,75	+11,0	99	+13,5	+10,2	Pluie continuelle.	S. E.
18	747,82	+10,6	94	749,72	+12,0	82	750,63	+11,9	71	751,07	+ 6,3	93	+12,0	+ 5,8	Couvert.	O. N. O.
19	751,85	+11,2	95	751,80	+15,4	84	751,66	+15,8	80	752,80	+12,9	94	+16,9	+ 8,3	Nuageux.	S. O fort.
20	753,48	+12,8	96	752,35	+16,5	82	750,66	+17,1	72	750,05	+13,8	80	+17,1	+10,5	Nuageux.	S. S. O.
21	751,43	+14,2	93	751,62	+16,4	78	751,14	+16,4	72	751,55	+11,0	93	+16,4	+11,0	Nuageux.	S. O. fort.
22	753,57	+10,0	97	753,87	+13,5	86	753,63	+14,2	80	753,90	+ 9,0	95	+14,3	+ 8,5	Nuageux.	S. S. O.
23	750,14	+13,1	94	748,54	+17,5	80	747,26	+18,5	71	745,90	+14,1	89	+18,8	+10,2	Beau.	S E
24	744,15	+15,0	82	743,77	+17,8	78	743,66	+18,1	77	744,23	+13,2	97	+18,1	+12,9	Très-couvert.	S. S. E. fort.
25	747,53	+13,5	93	747,83	+16,2	84	748,30	+15,8	83	748,90	+ 9,6	99	+16,3	+ 9,0	Nuageux.	S
26	747,84	+11,2	96	746,78	+13,9	91	745,30	+14,2	88	744,73	+12,0	99	+14,3	+ 8,0	Couv., pluie très-fine.	S S. O
27	749,14	+11,0	93	749,84	+13,2	86	749,66	+13,7	81	750,14	+ 8,3	99	+13,8	+ 6,5	Couvert.	S O.
28	752,28	+ 7,0	101	752,92	+12,2	89	753,40	+13,5	78	756,40	+ 7,4	98	+13,5	+ 3,8	Nuageux.	S.
29	759,17	+ 8,2	96	759,10	+13,8	89	758,90	+14,0	96	759,62	+12,7	101	+14,0	+ 5,5	Couv., lég. brouill.	S.
30	759,23	+13,9	100	758,65	+14,2	96	757,08	+14,2	92	755,60	+10,2	99	+14,3	+ 9,5	Couv, lég. brouill	S.
31	753,62	+ 9,0	93	753,40	+16,0	82	752,80	+17,5	82	755,45	+12,2	95	+17,5	+ 7,0	Nuageux.	S. S. E.
1	753,15	+15,7	91	752,99	+19,3	81	752,69	+19,4	80	753,54	+14,2	96	+20,2	+11,8	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	751,01	+11,9	93	750,87	+14,5	85	750,63	+14,9	79	750,69	+11,0	93	+15,6	+ 7,9	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 3,760
3	751,65	+11,5	94	751,48	+15,0	85	751,01	+15,5	82	751,49	+10,9	95	+15,5	+ 8,3	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 3,053
	751,93	+13,0	93	751,77	+16,2	84	751,43	+16,5	81	751,89	+12,0	95	+17,1	+ 9,3	Moyennes du mois, +13°,2.	

Explication *de la Réfraction dans le système des ondes.*

Par Mr A. Fresnel.

La théorie des vibrations lumineuses est encore si peu connue que nous ne croirons pas déplaire aux lecteurs en leur présentant, d'une manière succincte, l'explication qu'elle donne des lois de la réfraction.

Les partisans les plus zélés du système de l'émission ne peuvent nier la supériorité de l'autre, quant aux résultats, c'est-à-dire, aux formules qui en ont été déduites. C'est la théorie des ondulations qui a révélé au Dr Young des relations numériques si remarquables entre les phénomènes de l'optique les plus différens ; c'est elle aussi qui a fait connaître les lois générales de la diffraction, que la simple observation n'aurait pu jamais découvrir, et les véritables principes de la coloration des lames cristallisées. On a reproché à cette théorie le vague de ses explications, qui conduisent cependant à des formules confirmées par les faits ; et quoiqu'elle calcule la marche des rayons réfractés dans un grand nombre de cas où ils suivent des lois beaucoup plus compliquées que la loi de Descartes, on a prétendu qu'elle ne pouvait pas encore expliquer celle-ci d'une manière satisfaisante : c'est ce que nous allons tâcher de mettre le lecteur à portée de juger lui-même, en nous renfermant toutefois dans les bornes étroites que nous prescrit la nature de ce Journal.

Nous rappellerons d'abord en peu de mots les définitions et les principes nécessaires à l'intelligence de la démonstration.

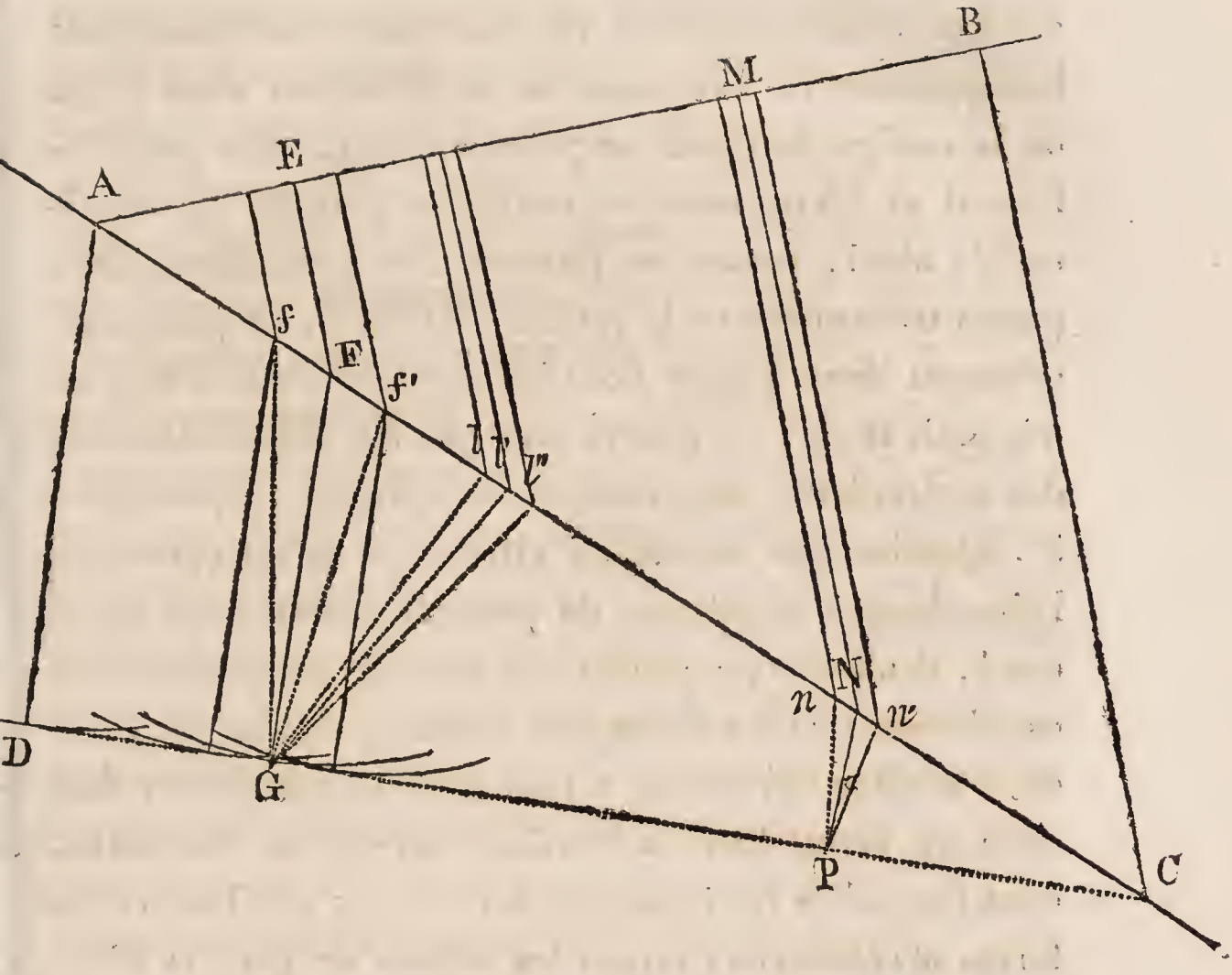
Lorsqu'un ébranlement est excité dans un point d'un fluide dont l'élasticité est uniforme, l'ébranlement se propage avec une égale promptitude en tous sens, et forme ainsi des ondes sphériques, dont ce point est le centre. Nous appelons *surface de l'onde* la surface sur tous les points de laquelle l'ébranlement arrive au même instant, ou, en d'autres termes, la réunion de tous les points qui éprouvent simultanément un mouvement correspondant à la même époque de l'oscillation du moteur, telle que celle où sa vitesse est nulle ou atteint son *maximum*. Cette surface est sphérique dans le cas particulier que nous considérons ; mais elle peut affecter une autre forme, et devenir ellipsoïdale, par exemple, quand l'élasticité du milieu n'est pas la même dans toutes les directions. On appelle *rayon* la ligne droite menée du centre d'ébranlement à la surface de l'onde ; c'est la ligne suivant laquelle se propage l'ébranlement : elle est perpendiculaire à la surface de l'onde quand celle ci est sphérique. Cette normale est la direction suivant laquelle s'opère la vision, soit à l'œil nu, soit avec une lunette.

La nature de l'ébranlement est une chose essentielle à considérer dans la question qui nous occupe ; nous admettrons qu'il est oscillatoire, et que les oscillations de la molécule vibrante qui agite l'éther se répètent régulièrement un très-grand nombre de fois ; il en résultera une suite non interrompue d'ondulations de même longueur. Nous appelons *ondulation entière* toute la partie

du fluide ébranlée par une oscillation complète, c'est-à-dire, une allée et un retour de la molécule vibrante : l'ondulation entière est composée de deux demi-ondulations qui répondent, l'une à l'allée et l'autre au retour de la molécule vibrante; elles sont tout-à-fait pareilles et symétriques quant à l'intensité des vitesses absolues des molécules du fluide et des forces accélératrices résultant de leurs déplacemens relatifs, mais contraires quant au signe de ces vitesses et de ces forces accélératrices, qui sont positives dans l'une et négatives dans l'autre. C'est une conséquence nécessaire de la nature oscillatoire de l'ébranlement primitif. Il en résulte que lorsque deux séries d'ondes semblables, ayant la même longueur d'ondulation, se propagent suivant la même direction, et que l'une est en retard sur l'autre d'une demi-ondulation, il y a opposition complète entre les mouvemens qu'elles tendent à imprimer aux molécules éthérées, si d'ailleurs ces mouvemens sont parallèles dans les deux systèmes d'ondes; car les vitesses et les forces accélératrices qu'ils apportent en chaque point de l'éther seront par-tout de signes contraires, et si elles sont égales, c'est-à-dire, si les deux systèmes d'ondes ont la même intensité, elles se neutraliseront mutuellement dans toute l'étendue de ceux-ci, excepté les deux demi-ondulations extrêmes, qui échappent à l'interférence, mais qui sont une trop petite partie du mouvement total pour affecter l'œil d'une manière sensible. Ainsi, toutes les fois que deux systèmes d'ondes parallèles de même nature et de même intensité diffèrent dans leur marche d'une demi-ondulation, on peut dire qu'ils se détruisent complètement.

Cela posé, soit AC la surface de séparation de deux

milieux dans lesquels la marche de la lumière n'a pas le même degré de rapidité. Soit AB une onde incidente, inclinée d'un angle quelconque sur AC et supposée plane, comme la surface réfringente, pour simplifier les raisonnemens; c'est supposer le point lumineux infiniment éloigné. Les diverses parties de la surface de cette onde ne rencontreront AC que les unes après les autres : si l'on veut comparer les instans d'arrivée des deux points E et B, par exemple, il faut mener perpendiculairement à l'onde les lignes EF et BC, qui seront les rayons correspondans à ces points, les lignes suivant lesquelles se propage l'ébranlement et se mesure la vitesse de propagation; la différence entre BC et EF sera celle des chemins parcourus par les points E et B, quelles que soient d'ailleurs les petites inflexions que l'onde et les rayons peuvent éprouver dans le voisinage de AC, puisqu'elles seront les mêmes pour toutes les parties de l'onde qui atteindront successivement AC, à cause de la similitude parfaite des circonstances. Si donc on divise BC—EF par la vitesse de propagation de la lumière dans le premier milieu, on aura le temps qui s'écoule entre l'arrivée des points E et B à la surface réfringente AC.



D'après le principe de la coexistence des petits mouvemens, nous pouvons considérer chaque point ébranlé de cette surface comme étant lui-même un centre d'ébranlement par rapport au second milieu, dans lequel il produirait, s'il agissait seul, une onde sphérique décrite de ce même point comme centre. Cette onde aurait-elle la même intensité dans toute l'étendue de sa surface, c'est-à-dire, les oscillations des molécules éthérées y auraient-elles par-tout la même amplitude, la même vitesse absolue? Non, sans doute, et cette vitesse pourrait même être nulle dans une partie de la surface de l'onde. Mais, 1°. comme les vitesses absolues des molécules n'ont aucune influence sur la vitesse de propagation, elle sera la même en tout sens, et l'onde dérivée sera sphérique.

2°. Les vitesses absolues des molécules ne changeront brusquement ni d'intensité ni de direction d'un point de la surface de l'onde au point suivant, mais graduellement et d'une manière conforme à la loi de continuité ; ainsi, toutes les fois que l'on considérera deux points très-voisins de la surface de l'onde, ou plus généralement deux points dont les rayons font entr'eux un très-petit angle, on pourra dire que les vitesses absolues des molécules y sont sensiblement égales et parallèles. 3°. Quelles que soient les altérations qu'ait éprouvées l'ébranlement en passant du premier milieu dans le second, il n'a pas pu perdre son caractère de mouvement oscillatoire ; et les ondes qui émanent de chaque point de la surface réfringente seront toujours composées chacune de deux demi-ondulations de signes contraires, dans lesquelles les intensités des vitesses absolues et des forces accélératrices seront les mêmes de part et d'autre ; car les quantités positives et négatives étant égales dans l'ébranlement primitif, devront l'être encore dans les ondes dérivées. En effet, le déplacement très-petit d'une molécule, soit dans l'intérieur d'un milieu homogène, soit à la surface de contact de deux milieux élastiques différens, s'exécutant avec la même vitesse et suivant la même direction, mais en sens contraires, produit, dans les deux cas, sur les molécules voisines, des forces accélératrices de signes contraires, mais dont l'intensité et la direction sont d'ailleurs les mêmes ; c'est ce qui a toujours lieu, quelle que soit la loi des forces que les molécules exercent les unes sur les autres, quand le déplacement est très-petit. Ainsi, les molécules voisines se mouvront, dans les deux cas, avec les mêmes

vitesses et suivant les mêmes directions, mais en sens opposés. Ce que nous venons de dire de la première molécule déplacée peut s'appliquer à celles qu'elle a ébranlées, et ainsi de suite; d'où l'on voit que les mouvemens des molécules et les forces accélératrices résultant de leurs déplacemens relatifs seront exactement pareils dans les deux cas, quant à l'intensité et à la direction, et ne différeront que par le signe : or, dans les deux moitiés de l'onde incidente, tout est pareil de part et d'autre, au signe près, et les vitesses des molécules, et leurs dérangemens relatifs, ainsi que les forces accélératrices qui en résultent; donc les effets produits dans le second milieu, comparés à chaque instant et molécule à molécule, seront les mêmes quant aux grandeurs de ces quantités, et opposés quant à leurs signes.

Quoique le principe dont nous venons de donner la raison fondamentale soit presque évident par lui-même, comme il a paru à un savant géomètre susceptible d'être contesté, nous allons essayer de le démontrer encore d'une autre manière.

D'après le principe général de la composition des petits mouvemens, le mouvement total produit en un point par un nombre quelconque d'ébranlemens divers, à un instant déterminé, est la résultante statique de toutes les vitesses absolues que chaque ébranlement aurait envoyées en ce point au même instant, en agissant isolément. Cela posé, concevons dans le premier milieu deux systèmes d'ondes semblables à celui que nous avons considéré d'abord, dont les intensités soient égales, les surfaces parallèles, et qui diffèrent d'une demi-ondulation; il n'y aura plus de vibrations dans le premier milieu. Or, l'effet produit

dans le second doit être en chaque point la résultante statique des vibrations qu'y produiraient séparément les deux systèmes d'ondes incidens; c'est une conséquence du principe que nous venons d'énoncer; et, d'après le même principe, le mouvement apporté en un point du second milieu par chaque système est la résultante statique de tous les mouvemens qu'y apporteraient au même instant les ondes élémentaires produites par les diverses parties ébranlées de la surface AC, si chacun de ces petits centres d'ébranlement agissait isolément. Mais les systèmes d'ondes élémentaires qui émaneraient des mêmes points de la surface auraient la même intensité de part et d'autre, comme les deux systèmes incidens qui les ont produits, se superposeraient exactement, et différeraient seulement dans leurs vibrations d'une demi-ondulation : or il est évident que s'ils ne se détruisaient pas mutuellement, si les vitesses positives l'emportaient, par exemple, sur les négatives, il y aurait mouvement dans le second milieu, tandis qu'il n'y en avait pas dans le premier; ce qui serait contraire au principe de la conservation des forces vives. On peut donc dire que deux systèmes d'ondes élémentaires réfractées, de même intensité, et dont les surfaces ou les rayons sont parallèles, se détruisent mutuellement quand ils diffèrent d'une demi-ondulation. C'est un principe dont nous allons bientôt nous servir.

Cherchons maintenant quelles seront les positions respectives de toutes les ondes élémentaires parties de différens points de AC, à un instant déterminé; par exemple, quand l'ébranlement B arrive en C. Si, du point A comme centre, et d'un rayon AD égal à l'espace que la lumière

parcourt dans le second milieu pendant le même intervalle de temps qu'elle met à parcourir BC dans le premier, on décrit un arc de cercle, cet arc représentera l'onde partie du point A au moment où le rayon parti de B arrive en C : et si, par la droite projetée en C, on mène à cette onde le plan tangent CD, il sera tangent aussi, au même instant, à toutes les autres ondes élémentaires envoyées par les différens points de AC. En effet, prenons pour unité de temps celui que la lumière a mis à parcourir BC et AD, ces deux lignes représenteront les vitesses de propagation de la lumière dans les deux milieux : un autre point quelconque E de l'onde incidente parcourra EF dans un intervalle de temps égal à

$$\frac{EF}{BC};$$

et si, du point F comme centre, on décrit un arc de cercle tangent à CD, le rayon FG sera parcouru par la lumière dans un intervalle de temps égal à

$$\frac{FG}{AD}:$$

or, à l'aide des triangles semblables AEF et ABC d'une part, CFG et CAD de l'autre, on démontre aisément que ces deux quotients, ajoutés ensemble, donnent une somme égale à l'unité, c'est-à-dire, au temps que la lumière a mis à aller de B en C, ou de A en D ; ainsi l'arc décrit du point F comme centre tangentiellement à CD représente bien la position de l'onde partie de F, à l'instant que nous considérons. Pareillement, pour avoir les positions simultanées des ondes parties de tous les autres points f, f', il faut décrire de chacun de ces points,

comme centre, des arcs de cercle tangens à CD, qui sera ainsi le lieu géométrique des premiers ébranlemens.

L'onde réfractée, ou, plus exactement, le système des ondes réfractées, doit être formé par la réunion de tous les systèmes d'ondes élémentaires partis de AC. Pour déterminer les mouvemens qui s'opèrent en un point quelconque G, il faut chercher la résultante statique de tous les mouvemens envoyés en G au même instant par les différens points f, F, f', etc., de la surface AC.

Ce problème serait très-difficile à résoudre, si le point G était voisin de AC; il faudrait connaître suivant quelle loi l'intensité des rayons élémentaires varie autour de chaque centre d'ébranlement. Mais cela n'est plus nécessaire quand G est éloigné de la surface réfringente d'une quantité très-grande relativement à la longueur d'une ondulation; parce qu'il arrive alors que tous les rayons lG, l'G, l''G, dont l'obliquité sur FG est un peu prononcée, se détruisent mutuellement; en sorte qu'il n'y a que des rayons fG, f'G presque parallèles à FG, qui exercent une influence sensible sur l'intensité et la position en G du système d'ondes résultant. Or, ces rayons étant sensiblement parallèles, sont inclinés de la même manière relativement à la surface réfringente, et, se trouvant ainsi dans des circonstances semblables, doivent apporter en G des oscillations parallèles et égales en intensité; la composition des mouvemens se réduit alors à des additions et des soustractions des vitesses absolues apportées par ces rayons.

Il est aisé de voir pourquoi les rayons un peu obliques à FG se détruisent mutuellement. La ligne brisée EFG est celle par laquelle l'ébranlement arrive le plus promp-

tement en G; car les ondes parties des divers points f, F, f', etc., venant toucher CD au même instant, il est clair que les rayons fG et f'G n'arriveront en G qu'après le rayon FG. Cela posé, divisons AC en petites portions telles que les rayons partis de deux points de division consécutifs diffèrent d'une demi-ondulation en arrivant en G : la géométrie démontre que ces petites parties sont très-inégales près du plus court chemin, c'est-à-dire, près de F, mais qu'à mesure qu'on s'en éloigne, elles approchent de plus en plus de l'égalité, et qu'elles ne diffèrent presque plus entre elles dès que les lignes menées des points de division en G sont un peu inclinées sur FG (en supposant toujours la longueur de FG très-grande relativement à celle d'une demi-ondulation). Il résulte, de cette égalité d'étendue entre deux portions consécutives, qu'elles contiennent le même nombre de centres d'ébranlemens égaux, et envoient l'une et l'autre la même quantité de lumière en G; car, en raison du peu de distance entre les points de division relativement à leur éloignement de G, les rayons envoyés sont sensiblement parallèles, et doivent apporter en conséquence des vibrations de même intensité et qui s'exécutent suivant la même direction; et, puisque les rayons correspondans de ces deux parties diffèrent d'ailleurs d'une demi-ondulation, tous les systèmes d'ondes qu'ils apportent se neutraliseront mutuellement. Ainsi, les rayons envoyés par deux parties contiguës se détruisent dès qu'ils sont un peu inclinés sur FG; ou, plus exactement, la lumière envoyée par une de ces parties est détruite par la moitié de la lumière de celle qui la précède et la moitié de celle qui la suit; car, si la différence d'intensité est

un infiniment petit du premier ordre entre les rayons de deux parties contiguës, elle n'est plus qu'un infiniment petit du second entre les rayons d'une partie intermédiaire et la demi-somme de ceux des parties qui la comprennent; en sorte que, négligeant dans le calcul une infinité de ces petites différences, nous ne commettons cependant point d'erreur sensible : la même observation s'applique aux petites différences de direction dans les oscillations envoyées par trois divisions consécutives (1). Ainsi, il n'y a de rayons qui concourent efficacement à la formation du système d'ondes résultant en G que ceux qui sont sensiblement parallèles à FG.

Considérons un autre point quelconque P sur la ligne CD; soit MNP la ligne de plus court chemin de ce point à l'onde incidente AB : l'onde résultante en P ne sera pareillement formée que par les ondes élémentaires parties de points tels que n, n', assez rapprochés de N pour que les rayons nP et n'P soient presque parallèles à NP, et les rayons d'une obliquité prononcée se détruiront

(1) En expliquant le principe des interférences nous avons remarqué que lorsque deux systèmes d'ondes diffèrent dans leur marche d'une demi-ondulation, les deux demi-ondes extrêmes échappent à l'interférence. Comme il y a ici une infinité de systèmes d'ondes, on pourrait supposer, au premier abord, qu'une infinité de demi-ondes échappent à l'interférence; mais, en y réfléchissant un peu, on voit qu'elles se détruisent deux à deux, ou, ce qui revient au même, que chaque système élémentaire est détruit sur toute son étendue par celui qui est en avant et celui qui est en arrière d'une demi-ondulation.

mutuellement. Or, il est évident que les divisions correspondant à des différences d'une demi-ondulation, et qui seront inégales dans le voisinage du point N, comme dans celui du point F, suivront d'ailleurs la même loi de décroissement; elles seront seulement plus petites dans le rapport de $\sqrt{NP}$ à $\sqrt{FG}$; si donc on les subdivise les unes et les autres en petits élémens respectivement proportionnels à $\sqrt{NP}$ et $\sqrt{FG}$, elles en contiendront le même nombre de part et d'autre, et il y aura les mêmes différences de chemins parcourus entre les rayons envoyés par les élémens correspondans; par conséquent tous les systèmes d'ondes élémentaires apportés en P se trouveront dans les mêmes positions respectives par rapport au point P que les systèmes d'ondes élémentaires envoyés en G par rapport à G : ainsi les deux systèmes d'ondes résultans en P et en G seront situés de la même manière relativement à ces points. En employant les formules d'interférences données dans le tome XI des *Annales de Physique et de Chimie*, pages 255, 256, 286, 287, et intégrant successivement suivant les deux dimensions, c'est-à-dire, parallèlement et perpendiculairement au plan de la figure, qui est ici le plan d'incidence, on trouve que le système d'ondes résultant est en arrière d'un quart d'ondulation relativement au système d'ondes élémentaires qui a suivi le plus court chemin. Mais nous n'avons pas besoin ici de connaître ces intégrales pour déterminer la direction des surfaces des ondes du système résultant; car nous venons de voir qu'il doit se trouver situé de la même manière relativement à tous les points P, G, etc., de DC; donc les surfaces de ses ondes seront parallèles à DC.

Or, sin. ACD : sin. BAC :: AD : BC ; c'est-à-dire, que les sinus des angles que les ondes incidentes et réfractées font avec la surface réfringente sont dans le rapport constant des vitesses de propagation de la lumière dans les deux milieux; mais ces angles sont égaux à ceux que les normales aux ondes, c'est-à-dire les rayons, font avec la normale à la surface; donc les sinus des angles d'incidence et de réfraction des rayons sont entre eux dans le rapport constant des vitesses de propagation.

Pour compléter cette démonstration et faire voir que la théorie s'accorde avec les lois expérimentales de la réfraction, il nous resterait à prouver que la normale à l'onde, que nous avons appelée *rayon*, est effectivement la direction du rayon visuel ; on y parvient aisément par des considérations analogues à celles que nous venons d'employer pour déterminer la direction de l'onde réfractée. Mais nous nous bornerons à ce résultat, ne pouvant donner à des développemens théoriques une plus longue étendue dans ce Journal. D'ailleurs, sans approfondir la théorie de la vision, il est presque évident, *à priori*, que l'onde émergente doit peindre l'objet au fond de l'œil, dans la même direction relativement à son plan, que l'onde incidente le fait relativement au sien, et qu'ainsi tout se réduit à déterminer l'inclinaison mutuelle de ces plans.

Nous terminerons en observant que, non-seulement tous les points de la surfa e de chaque onde du système résultant se trouvent situés à la même distance de DC, mais en outre que, si l'onde incidente a une intensité uniforme dans toute son étendue, cette égalité d'intensité doit se maintenir dans l'onde réfractée. En effet, compa-

rons encore les vibrations résultantes qui s'exécutent dans deux points quelconques P et G : nous avons remarqué que les parties de AC, assez voisines des rayons de première arrivée NP et FG pour contribuer d'une manière sensible aux effets produits en P et en G, étant divisées en élémens proportionnels aux racines carrées des distances NP et FG, les ondes élémentaires envoyées par les centres d'ébranlement correspondans seraient situées de la même manière relativement aux points P et G ; or, l'intensité de la résultante ne dépend que des positions respectives des systèmes d'ondes qui la composent et de leur intensité ; il suffit donc de prouver que les intensités des ondes élémentaires sont égales de part et d'autre. Les centres d'ébranlement en lesquels nous divisons AC près des points F et N, ayant, parallèlement et perpendiculairement au plan de la figure, des largeurs proportionnelles aux racines carrées de FG et NP, les vitesses absolues des molécules dans les ondes élémentaires qu'ils envoient, suivront le rapport de FG à NP, à égales distances des centres d'ébranlement ; mais l'analyse démontre que les vitesses absolues sont en raison inverse des distances ; donc elles seront égales en P et en G.

Les raisonnemens que nous venons de faire supposent que la surface réfringente est indéfiniment étendue, ou du moins que ses limites sont assez éloignées des points N et F pour que les rayons supprimés n'eussent pu influer d'une manière sensible sur l'intensité de la résultante aux points P et G. Dans le cas contraire, il est clair que l'égalité d'intensité pourrait être altérée, ainsi que la similitude des positions du système d'ondes résultant

en P et en G; les formules d'interférences déjà citées donnent les moyens de déterminer les intensités de la lumière et la marche des faisceaux alternativement obscurs et brillans dans lesquels elle se divise alors ; et les résultats du calcul s'accordent avec ceux de l'expérience. C'est en cela surtout que la théorie de la réfraction déduite du système des ondes est bien supérieure à celle de Newton, qui n'explique la marche de la lumière que dans le cas particulier d'une surface continue et indéfinie.

La théorie que nous venons d'exposer ne détermine la position des divers points de l'onde réfractée qu'à une distance de la surface réfringente très-grande relativement à la longueur d'ondulation ; mais, si l'on se rappelle qu'un seul millimètre contient déjà près de deux mille fois la longueur moyenne des ondulations lumineuses, on sentira que les résultats numériques obtenus dans ce cas peuvent s'appliquer à toutes les expériences qui ont été faites pour mesurer la réfraction et vérifier la loi de Descartes.

Nota. Nous n'avons pu exposer ici que très-succinctement le principe des interférences et les autres principes fondamentaux de la théorie des ondes : on trouvera de plus amples développemens sur ce sujet dans le Supplément à la traduction française de la cinquième édition de la *Chimie de Thomson*, par Riffault. Nous profitons de cette occasion pour indiquer quelques erreurs qui nous ont échappé dans la rédaction un peu précipitée de l'article sur la lumière :

Page 9, lignes 1 et 4, *en remontant :* 35′, *lisez*, 32′.

Page 10, ligne 7 : 35′, *lisez*, 32′ : ligne 9 ; 51, *lisez*, 93 ; vingtième, *lisez*, onzième.

Page 40, ligne 6 *de la note :* sept mille, *lisez*, soixante-dix mille.

Page 41, ligne 3, *en remontant :* 564 mille, *lisez*, 545 millions.

Page 42, ligne 4 : 500 mille, *lisez*, 500 millions.

Page 43, ligne 16 : d'effets, *lisez*, de chocs.

Page 52, lignes 10 et 11 : *effacez*, ou l'angle PDF qui mesure l'inclinaison d'un miroir sur l'autre.

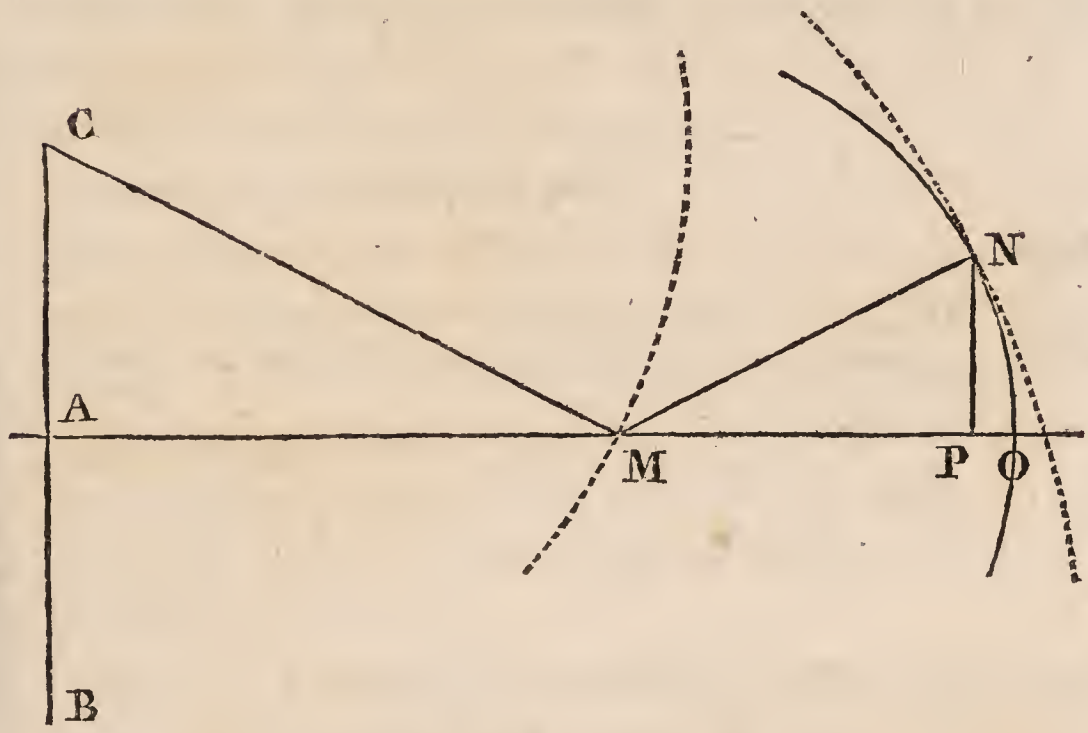
Page 52, ligne 10, *en remontant :* précisément, *lisez*, sensiblement.

— Ligne 8, *en remontant : ajoutez*, quand $Db = DS$.

Page 74, lignes 10 et 11 : l'eau, *lisez*, l'air : l'air, *lisez*, l'eau.

Sur *la Théorie de la lumière d'*Huygens.

Par M. Lagrange (1).



Soit $AC = a$, $AM = m$, $AP = x$, $PN = y$, $CM + MN = b$.

On demande l'équation du cercle décrit du rayon MN;

(1) Cette Note a été trouvée dans les manuscrits de M. Lagrange, qui sont actuellement déposés au Secrétariat de

on a :

$$CM = \sqrt{(a^2+m^2)}\,; \quad MN = b - \sqrt{a^2+m^2}\,;$$

$$MP = x - m\,, \; PN = y\,;$$

donc,

$$y^2 + (x-m)^2 = (b - \sqrt{a^2+m^2})^2\,,$$

savoir :

$$y^2 + x^2 - amx + m^2 = b^2 - ab\sqrt{a^2+m^2} + a^2 + m^2.$$

Donc,

$$y^2 + x^2 - amx = a^2 + b^2 - 2b\sqrt{a^2+m^2}.$$

On demande maintenant la courbe touchée par tous les cercles NO, en faisant varier le point M ou la quantité m. En prenant la dérivée par rapport à m, on a :

$$-ax = \frac{-2bm}{\sqrt{a^2+m^2}}\,;$$

donc,

$$x^2 = \frac{b^2 m^2}{a^2+m^2}\,; \; x^2(a^2+m^2) = b^2 m^2\,; \; m^2 = \frac{a^2 x^2}{b^2 - x^2}\,;$$

$$m = \frac{ax}{\sqrt{b^2-x^2}}\,; \; (a^2+m^2) = \frac{a^2 b^2}{b^2 - x^2}\,;$$

$$\sqrt{a^2+m^2} = \frac{ab}{\sqrt{b^2-x^2}}\,:$$

---

l'Institut : son objet, comme on va voir, était de présenter d'une manière plus générale la partie géométrique de la démonstration qu'Huygens, dans le *Traité de la Lumière*, avait donnée des lois de la réflexion et de la réfraction.

donc, substituant :

$$y^2 + x^2 - \frac{2ax^2}{\sqrt{b^2 - x^2}} = a^2 + b^2 - \frac{2ab^2}{\sqrt{b^2 - x^2}}.$$

$$y^2 + x^2 = a^2 + b^2 - \frac{2a(b^2 - x^2)}{\sqrt{b^2 - x^2}};$$

$$y^2 + x^2 = a^2 + b^2 - 2a\sqrt{b^2 - x^2};$$

$$y^2 = a^2 - 2a\sqrt{b^2 - x^2} + b^2 - x^2;$$

donc,

$$\pm y = a - \sqrt{b^2 - x^2}; (a \pm y)^2 = b^2 - x^2; \ (a \pm y)^2 + x^2 = b^2;$$

équation à un cercle du rayon b, et dont le centre serait en B, de manière que $AB = AC$, si on prend le signe $+$; mais il serait en A si on prenait le signe $-$.

Ainsi, la théorie de la réflexion de la lumière d'Huygens (chap. XI du *Traité de la Lumière*, pag. 21 et suiv.) est démontrée rigoureusement. Les ondes, partant de C, forment, par la réflexion sur le plan AP, en supposant que chaque point M d'une onde devienne le centre d'autres ondes, une onde nouvelle dont le centre est en B; ce qui s'accorde avec la théorie ordinaire de la réflexion.

Huygens se contente de considérer les rayons parallèles ; ce qui rend le calcul plus simple.

Pour la réfraction il faut augmenter ou diminuer MN en raison donnée : on aura ainsi l'équation

$$y^2 + (x - m)^2 = k\,(b - \sqrt{a^2 + m^2})^2.$$

Faisant varier m, on a :

$$-(x-m)=-k\left(b-\sqrt{a^2+m^2}\right)\times\frac{m}{\sqrt{a^2+m^2}};$$

savoir :

$$x-m=\frac{kbm}{\sqrt{a^2+m^2}}-km;$$

donc :

$$x+(k-1)m=\frac{kbm}{\sqrt{a^2+m^2}};$$

$$x^2+2xm(k-1)+(k-1)^2m^2=\frac{k^2b^2m^2}{a^2+m^2}.$$

$$y^2=\left(b-\sqrt{(a^2+m^2)}\right)^2\left(k-\frac{k^2m^2}{a^2+m^2}\right)$$

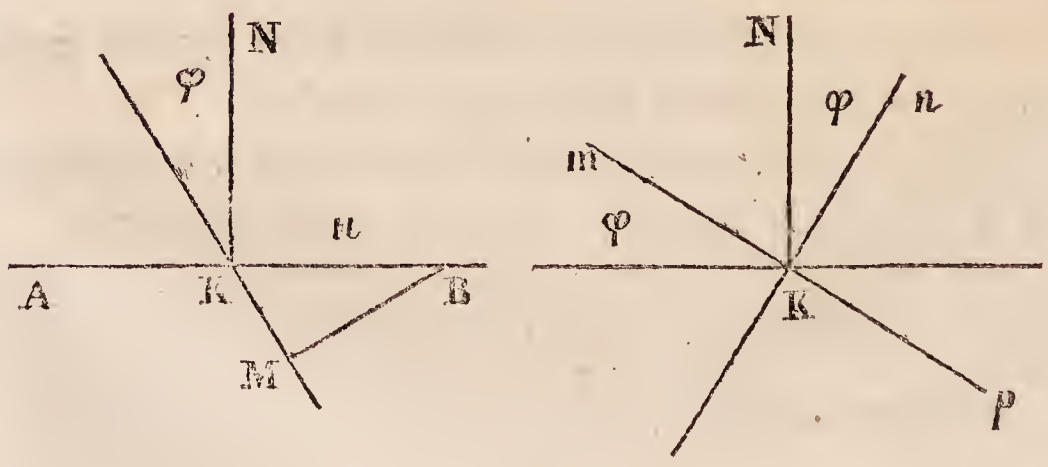
$$y=\left(b-\sqrt{a^2+m^2}\right)\sqrt{\frac{a^2+(1-k)m^2}{a^2+m^2}}\times\sqrt{k}$$

$$x-m=km\frac{\left(b-\sqrt{a^2+m^2}\right)}{\sqrt{a^2+m^2}};$$

donc :

$$y=\frac{x-m}{\sqrt{k.m}}\sqrt{a^2+(1-k)m^2}.$$

Pour les rayons parallèles :



K est le centre d'un cercle dont le rayon est KM. Soit B l'origine des abscisses dirigées vers A, on a :

$$KM = u \cos. BKM = u \sin. \varphi.$$

Donc l'équation du cercle sera :

$$(x - u)^2 + y^2 = u^2 \sin.^2 \varphi.$$

Faisant varier u pour avoir la courbe touchée par tous les cercles, on aura :

$$-(x - a) = u \sin.^2 \varphi;$$

donc,

$$u \cos. \varphi^2 = x, \quad u = \frac{x}{\cos.^2 \varphi};$$

donc,

$$x^2 \left(1 - \frac{1}{\cos.^2 \varphi}\right)^2 + y^2 = \frac{x^2 \sin.^2 \varphi}{\cos.^4 \varphi};$$

savoir :

$$x^2 \sin.^4 \varphi + y^2 \cos.^4 \varphi = x^2 \sin.^2 \varphi;$$

$$y^2 \cos.^4 \varphi = x^2 \sin.^2 \varphi (1 - \sin.^2 \varphi) = u^2 \sin.^2 \varphi \cos.^2 \varphi;$$

$$y^2 \cos.^2 \varphi = x^2 \sin.^2 \varphi; \quad y = \pm x \tang. \varphi.$$

Prenant le signe $+$, on aura la droite km, faisant l'angle φ avec l'axe ; donc la perpendiculaire à celui-ci kn fera l'angle φ avec la normale KN à l'axe ; donc l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.

Pour la réfraction, il faut supposer le rayon égal à $mu \sin. \varphi$; donc,

$$(x - u)^2 + y^2 = m^2 u^2 \sin.^2 \varphi; \quad u - x = m^2 u \sin.^2 \varphi;$$

$$u(1 - m^2 \sin.^2 \varphi) = x; \; u = \frac{x}{1 - m^2 \sin.^2 \varphi}.$$

$$x^2\left(1-\frac{1}{1-m^2\sin.^2\varphi}\right)^2+y^2=\frac{m^2\sin.^2\varphi\,x^2}{(1-m^2\sin.^2\varphi)^2}.$$

$$x^2\,m^4\sin.^2\varphi+y^2\,(1-m^2\sin.^2\varphi)^2=m^2\sin.^2\varphi\,.\,x^2.$$

$$x^2\,m^2\sin.^2\varphi\,(1-m^2\sin.^2\varphi)=(1-m^2\sin.^2\varphi)^2\,y^2;$$

savoir :

$$m^2\sin.^2\varphi\,x^2=(1-m^2\sin.^2\varphi)\,y^2;\ y=\pm\frac{m\sin.\varphi.\,x}{\sqrt{1-m^2\sin.^2\varphi}}.$$

Ce qui donne une droite qui fait avec l'axe l'angle dont la tangente est,

$$\frac{m\sin.\varphi}{\sqrt{1-m^2\sin.^2\varphi}},$$

ou dont le sinus est m sin. φ. Donc, la perpendiculaire à celle-ci fera, avec la perpendiculaire à l'axe, l'angle dont le sinus est m sin. φ. Ainsi, les sinus d'incidence et de réfraction sont dans la raison constante de 1 à m.

Pour la réflexion, il faut prendre le signe $+$; pour la réfraction, il faut le signe $-$, pour avoir la ligne nK et la perpendiculaire Kp.

Extrait *d'une Lettre de M.* Berzelius *à M.* Berthollet.

Stockholm, le 18 novembre 1822.

Pendant mon séjour à Carslbad, les propriétés physiques des bains m'engagèrent à les étudier avec attention. En entrant dans la Bohême je fus frappé de la ressem-

blance de ce pays avec le département du Puy-de-Dôme, en France; ce sont les mêmes buttes volcaniques, entre lesquelles sourdent les mêmes eaux minérales. Il est vrai que tous les géologistes allemands ne reconnaissent point les laves et les basaltes de la Bohême pour des produits volcaniques, ce dont cependant celui qui a vu l'Auvergne ne saura douter un seul instant. Les eaux de Carlsbad jaillissent dans une vallée granitique, très-étroite et très-profonde; mais cette vallée est de toutes parts environnée de grands amas volcaniques d'une très-ancienne date; car ici, comme, par exemple, au Mont-d'Or, il ne reste plus aucune trace des cratères qui les ont vomis.

J'ai analysé les eaux de la source principale à Carlsbad, nommée le *Sprudsl*, et j'y ai trouvé plusieurs substances que, jusqu'à présent, on n'avait point trouvées dans des eaux minérales, savoir : du carbonate de strontiane, du fluate de chaux, du phosphate de chaux et d'alumine. Ces substances n'y entrent qu'en quantités très-petites, et peuvent par conséquent avoir échappé dans des analyses d'autres eaux minérales, parce que si le hasard n'engage point à les chercher, on ne les trouvera certainement pas. Les eaux de Carlsbad déposent un tuf calcaire d'une texture cristalline striée, qui présente tous les caractères de l'arragonite. La découverte de M. Stromeyer, que l'arragonite contient toujours de la strontiane, m'engagea à chercher cette terre dans le tuf et dans les eaux de Carlsbad, et je l'y ai trouvée, quoiqu'en fort petite quantité. Le hasard me fit découvrir des traces de corrosion sur un verre dont j'avais couvert un creuset de platine, dans lequel je fis sécher une dissolution dans

l'acide nitrique de la partie terreuse du résidu des eaux de Carlsbad. Cette corrosion me fit chercher l'acide fluorique; et la présence de ce dernier m'engagea à chercher l'acide phosphorique, qui l'accompagne ordinairement dans le règne minéral. Je ne me rendrai point responsable de ce qu'il n'y aura pas d'autres substances encore en quantités également petites, mais que je n'ai point trouvées parce que je ne les ai point cherchées. Pour vous mettre à même de comparer les eaux de Carlsbad avec celles du Mont-d'Or, de Saint-Nectaire et de Vichy, analysées par M. Berthier, je vais transcrire ici le résultat général de mon analyse. La quantité d'eau est 1000 parties.

Sulfate de soude,	2.58714;
Carbonate de soude,	1.25200;
Muriate de soude,	1.04893;
Carbonate de chaux,	0.31219;
Fluate de chaux,	0.00331;
Phosphate de chaux,	0.00019;
Carbonate de strontiane,	0.00097;
Carbonate de magnésie,	0.18221;
Phosphate d'alumine,	0.00034;
Carbonate de fer,	0.00424;
Carbonate de manganèse,	des traces;
Silice,	0.07504.
	5.46656.

En les comparant, vous verrez que leur composition se ressemble comme le terrain dans lequel elles sourdent. Si à cette comparaison vous ajoutez les eaux de Reikum en Islande, analysées par Klaproth, vous y

trouverez aussi les mêmes substances salines, mais dans une eau qui appartient à un terrain volcanique encore en activité.

Pendant mon voyage en Auvergne j'avais ramassé des morceaux du pont natif de Saint-Allyre, près Clermont, ainsi qu'une petite quantité de l'ocre qui se dépose des eaux dans le bain de César, au Mont-d'Or, dans laquelle M. Bertrand prétendait avoir trouvé de l'alumine. Je les ai examinés à l'instant pour les comparer avec les mêmes produits des eaux de Carlsbad. Dans l'ocre des eaux du Mont-d'Or (dont M. Berthier vient de donner une analyse dans le Cahier de janvier 1822 des *Annales de Chimie et de Physique*), j'ai trouvé une quantité d'acide phosphorique assez considérable pour que cette ocre ne puisse pas être considérée comme un hydrate particulier d'oxide de fer, comme M. Berthier le pense. J'y ai aussi trouvé un peu de phosphate d'alumine, mais je n'y ai pas pu découvrir de trace d'acide fluorique. Il en est de même de la matière calcaire dont est composé le pont natif de Saint-Allyre : elle contient principalement du carbonate et du silicate de chaux; mais elle donne de plus, par l'analyse, des phosphates de chaux, de fer, de manganèse et d'alumine, sans trace ni d'acide fluorique ni de strontiane. Je serais très-curieux de pouvoir comparer le tuf qui se forme aux bains de Saint-Nectaire avec celui de Carlsbad : M. Berthier dit qu'il est cristallin et strié comme ce dernier; probablement contient-il aussi du carbonate de strontiane.

Nouvelles *Expériences sur l'huile volatile d'amandes amères.*

Par M. Robiquet.

(*Extrait.*)

L'huile essentielle d'amandes amères présente un singulier phénomène : exposée à l'air, elle se prend en masse cristalline au bout de quelques minutes; dans cet état, elle a perdu son odeur. M. Vogel, de Munich, qui le premier a fait cette observation curieuse, assurait qu'on pouvait lui rendre son arome en redissolvant les cristaux dans de l'hydrosulfate d'ammoniaque; il attribuait la perte de l'odeur de l'huile à son oxigénation par l'air, et croyait que l'hydrosulfate d'ammoniaque reproduisait l'arome en enlevant l'oxigène absorbé. M. Robiquet pensait, au contraire, que si le fait était exact, il était plutôt dépendant du véhicule ammoniacal que de l'action désoxigénante de l'hydrosulfate. Pour apprécier l'opinion que s'était faite M. Robiquet, même avant d'avoir entrepris de nouvelles recherches sur ce sujet, il faut se ressouvenir de quelques expériences antérieurement faites par ce chimiste sur les amandes amères. M. Robiquet avait vu que, dans le cas où l'on prend le suc exprimé des amandes amères cueillies long-temps avant l'époque de leur maturité, ce suc n'avait qu'une odeur fade, analogue à celle de l'empois; mais à mesure que, par suite de son altération spontanée, il se développait dans ce suc de l'ammoniaque (que l'on peut rendre sensible par les alcalis fixes), l'odeur connue des amandes amères se

manifestait, pour ainsi dire, dans le rapport du développement de l'ammoniaque. Ce même suc des amandes encore vertes, distillé immédiatement après son extraction, ne donne pas d'huile essentielle, tandis qu'on en obtient de celui qui est altéré, surtout si on y ajoute de la magnésie ou toute autre base capable de mettre à nu l'ammoniaque formée. M. Vogel avait lui-même remarqué que l'eau d'amandes amères donnait beaucoup plus d'huile essentielle quand on la distillait après avoir ajouté un peu de baryte.

Telles étaient les observations sur lesquelles se fondait M. Robiquet, pour regarder le produit volatil et odorant des amandes amères comme une combinaison d'un principe particulier avec l'ammoniaque ou ses élémens, et pour expliquer, autrement que M. Vogel, la perte de l'odeur de l'huile d'amandes amères par son exposition à l'air, et la reproduction de cette odeur par l'action de l'hydrosulfate d'ammoniaque. M. Vogel persistant toujours dans son opinion, M. Robiquet crut devoir entreprendre un nouveau travail sur cet objet; nous allons indiquer les principaux résultats obtenus par ce chimiste.

Après s'être procuré une certaine quantité d'huile essentielle d'amandes amères, le premier soin de M. Robiquet fut d'en déterminer la cristallisation par l'exposition à l'air. Il s'aperçut bientôt que le phénomène, au lieu de se manifester en quelques minutes, demandait plusieurs jours pour se produire; il s'avisa alors de distiller de nouveau cette huile en fractionnant les produits. Il vit que les premières portions qui passaient à la distillation n'éprouvaient aucun changement au contact de l'air,

tandis que les dernières portions volatilisées cristallisaient presque instantanément par l'exposition à l'air ; ces mêmes derniers produits de la distillation placés dans du gaz oxigène se prenaient de suite en masse cristalline, en absorbant ce gaz. Dans l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique, la cristallisation n'avait pas lieu, et les gaz n'étaient pas absorbés. La cristallisation ne s'opérait pas non plus dans le vide barométrique.

Après s'être assuré par ces expériences, et d'autres encore qu'il serait trop long de rapporter, que l'huile essentielle d'amandes amères est composée de plusieurs substances, M. Robiquet cherche à connaître en quoi ces substances diffèrent les unes des autres, et si les cristaux, conformément à l'opinion de M. Vogel, contiennent les mêmes élémens que l'huile essentielle, sauf la quantité d'oxigène absorbée. A cet effet, M. Robiquet examine analytiquement ces produits, et démontre que la partie la plus volatile est azotée, puisqu'elle produit du prussiate de potasse quand on la traite à chaud par une solution de potasse caustique, et qu'elle donne de l'azote lorsqu'on la brûle par le deutoxide de cuivre. Par une série d'expériences analogues, il fait voir que la partie la moins volatile de l'huile, celle qui cristallise par le contact de l'air, ne contient point d'azote. Enfin, M. Robiquet prouve que les parties cristallisées par l'exposition à l'air ne reprennent pas l'odeur d'amandes amères par l'hydrosulfate d'ammoniaque, lorsque les cristaux sont entièrement dépouillés d'huile volatile, et que ce phénomène n'a lieu que dans le cas où ces cristaux sont encore souillés d'huile volatile. M. Robiquet examine enfin la matière cristalline dans ses propriétés, et trouve qu'on

peut la considérer comme une substance acide. Elle rougit le papier de tournesol, et conserve cette propriété, quelque purification qu'on lui fasse subir. Elle est soluble dans l'eau bouillante, cristallise par le refroidissement ; elle est fusible et se volatilise assez facilement ; elle s'unit aux alcalis ; elle ne conserve enfin aucune analogie avec l'huile dont elle dérive.

M. Robiquet passe ensuite à l'examen comparatif de la partie essentielle la plus volatile des amandes amères et des cristaux, dans leur action sur l'économie animale. Il résulte de ses observations et de celles du Dr Villermé, qui s'est réuni à lui pour cette partie du travail, que la première des deux matières, c'est-à-dire, l'huile volatile proprement dite, fait périr les animaux en quelques secondes ; que le mélange des deux matières produit le même effet en quelques minutes, et que la matière cristalline pure n'est aucunement vénéneuse. Ces expériences ont été faites sur deux sortes d'animaux, des oiseaux et des cochons d'Inde. Lorsque, par le mélange de la matière inactive, l'effet du poison est assez lent pour que l'on puisse tenir compte de la succession des symptômes qui précèdent ou accompagnent la mort de l'animal, on remarque que l'animal ne paraît affecté qu'au bout de quelques instans; alors il chancelle sur ses jambes ; sa tête tombe à droite et à gauche, son train de derrière s'affaiblit ; l'animal s'accroupit ; bientôt après il est saisi de mouvemens convulsifs, il pivote sur lui-même, sa respiration devient pénible, ses membres abdominaux se contractent, enfin les mouvemens diminuent, et l'animal, s'affaiblissant par degrés, cesse d'exister. On remarquait que, dans l'intervalle des convulsions, toutes les parties de

l'animal étaient dans un état de relâchement tel, qu'à en juger par l'apparence, on aurait cru que l'animal était mort. M. Robiquet termine son Mémoire par des considérations sur le principe azoté, qui est évidemment le principe actif des amandes amères; il examine si ce principe est entièrement nouveau, ou s'il contient de l'acide prussique. M. Robiquet reconnaît que ce point est difficile à établir; il pense cependant que l'acide prussique n'est pas tout formé dans cette matière, mais qu'il se produit très-facilement par la réaction des élémens du principe azoté; il s'appuie sur des expériences qui paraissent déterminantes dans le sens de cette opinion. M. Robiquet indique ensuite l'action que les alcalis fixes exercent sur le principe azoté; cette action est nulle à froid (ce qui probablement ne serait pas si l'huile contenait l'acide prussique tout formé); à chaud, au contraire, elle est vive, et produit de l'hydrocyanate alcalin, et une matière cristallisable bien différente des cristaux dont il a déjà été question; il se forme de plus un acide et une matière résineuse. L'examen approfondi de ces nouvelles substances n'entrait pas dans le plan du travail de M. Robiquet; et elles pourront donner lieu à de nouvelles recherches.

M. Robiquet, à la suite de son Mémoire, place une note sur l'huile de laurier-cerise, qui lui paraît en tout identique à l'huile d'amandes amères, et se comporte comme elle avec tous les agens chimiques.

Expériences *sur les combinaisons du nickel avec l'oxigène et les corps combustibles non métalliques.*

Par Mr J.-L. Lassaigne.

Plusieurs chimistes se sont occupés successivement de recherches sur les proportions définies du nickel avec l'oxigène, ainsi que sur les combinaisons qu'il est susceptible de former avec les autres corps combustibles; il suffirait, pour le démontrer, de citer les travaux de MM. Proust, Klaproth, Richter et Tupputi. Mais depuis que, dans ces dernières années, M. Laugier est parvenu, par un procédé aussi simple qu'exact, à séparer du nickel, qu'on obtenait par les moyens ordinaires et qu'on regardait comme pur, une assez grande quantité de cobalt, l'on devait penser avec raison que le nombre exprimant la quantité d'oxigène qui entrait dans la composition des oxides de nickel ne devait plus être exactement le même pour le nickel purifié à la manière de M. Laugier, et par conséquent le rapport des élémens des autres combinaisons devait éprouver les mêmes changemens. C'est dans le but de déterminer directement par l'expérience ces proportions que j'ai entrepris ce travail.

Oxide de nickel.

Le nickel se combine en deux proportions avec l'oxigène. Le protoxide se forme toutes les fois qu'on dissout ce métal dans les acides; le deutoxide, reconnu et examiné pour la première fois par M. Thenard, s'obtient

aisément en traitant le protoxide par une solution de chlore.

Protoxide de nickel.

Cet oxide, parfaitement sec, est gris-cendré; il se dissout dans les acides en formant des dissolutions vertes d'où les alcalis caustiques le précipitent à l'état d'hydrate d'une couleur vert-pomme.

Pour déterminer le rapport de ses élémens, j'ai pris un gramme de nickel que j'ai dissous dans l'acide nitrique pur. Après avoir évaporé avec soin la dissolution dans un creuset de platine pesé d'avance, j'ai décomposé le nitrate par la chaleur, qui m'a fourni 1,201 d'oxide de nickel. Dans une seconde expérience, j'ai obtenu 1,194; enfin, dans une troisième, 1,200. En prenant cette dernière comme se rapprochant le plus de la vérité, puisqu'elle coïncide assez exactement avec la première, il s'ensuivrait que le protoxide de nickel est formé de :

Nickel,	100;
Oxigène,	20.

Ce résultat est très-différent, comme on pouvait s'y attendre, de celui annoncé par les chimistes précédens, qui avaient trouvé, pour la proportion d'oxigène qui se combine avec cent parties de nickel, 28, 27, 32. Si nous déduisons de notre analyse le poids de l'atome de nickel, nous trouvons, par la même raison, qu'il pèse exactement 5 au lieu de 3,375, nombre adopté jusqu'à présent par les chimistes.

Deutoxide de nickel.

Cet oxide est d'une couleur noire brillante; il a quelque analogie avec le peroxide de manganèse; soumis à l'action d'une chaleur rouge, il abandonne une partie de son oxigène et passe à l'état de protoxide. Les acides concentrés, en le dissolvant, lui font éprouver une semblable décomposition; mais l'acide hydrochlorique le décompose en laissant dégager du chlore.

Sa préparation est facile à exécuter. On l'obtient en faisant passer un courant de gaz chlore à travers de l'eau, tenant en suspension de l'hydrate de protoxide de nickel, qui est en partie dissous et en partie converti en deutoxide insoluble.

5 grammes de ce deutoxide parfaitement sec, calcinés au rouge blanc dans un creuset de platine, ont laissé $4^g,290$ de protoxide. La perte occasionée par l'oxigène dégagé est donc de 0,710. Si on calcule la quantité d'oxigène renfermée dans les 4,290 de protoxide obtenu par la calcination du deutoxide, l'on trouve qu'elle est exactement de $0^g,7105$; par conséquent la quantité d'oxigène qui se dégage pendant la calcination du deutoxide est juste la moitié de celle qu'il contient.

D'après cette expérience, cet oxide serait composé de :

Nickel,	100;
Oxigène,	39,44.

La proportion d'oxigène qui entre dans la composition du deutoxide est à peu de chose près double de celle que l'on trouve dans le protoxide.

Si nous considérons le deutoxide comme résultant de l'union d'un atome de nickel et de deux atomes d'oxigène, nous aurons pour sa composition :

Nickel,	5	100;
Oxigène,	2	40.

Sulfure de nickel.

Ce sulfure, préparé directement, est d'une couleur jaune brillante ; il a l'aspect de la pyrite martiale, et est très-cassant. Il est insoluble dans les acides sulfurique et hydrochlorique ; mais il est facilement décomposé par l'acide nitro-hydrochlorique qui convertit une partie du soufre en acide sulfurique en isolant l'autre. Le moyen que j'ai employé avec plus de succès pour analyser cette combinaison a été sa calcination avec le nitrate de potasse, et la détermination de l'acide sulfurique formé par un sel de baryte. J'ai trouvé qu'elle était composée de :

Nickel,	100;
Soufre,	41,3.

En admettant que ce sulfure soit le résultat de la combinaison d'un atome de nickel à un atome de soufre, l'on trouve qu'il est composé ainsi qu'il suit :

Nickel,	5	100;
Soufre,	2	40.
	7	

Chlorure de nickel.

On peut le préparer en dissolvant l'oxide de nickel dans l'acide hydrochlorique, et évaporant à siccité la dissolution; le produit sec est le protochlorure de nickel, qui est d'une couleur verte-jaunâtre. Il est composé de :

Nickel,	100;
Chlore,	90.

Lorsqu'on calcine le protochlorure de nickel dans une cornue, il se décompose en deux parties : l'une, d'une couleur verte-olivâtre, reste au fond de la cornue; l'autre, cristallisée en petites paillettes brillantes légères, d'un jaune d'or, se sublime à la voûte de la cornue. Cette dernière substance, que nous considérons comme un deutochlorure, est insoluble dans l'eau et indécomposable par l'acide sulfurique. Elle est formée de :

Nickel,	100;
Chlore,	200.

Si l'on suppose actuellement que le deutochlorure de nickel est un composé d'un atome de nickel et de deux atomes de chlore, ses parties constituantes seront en poids :

1 atome de nickel,	5	100;
2 atomes de chlore,	9	180.

Iodure de nickel.

Cette combinaison s'obtient facilement en chauffant dans un tube le nickel avec l'iode; il se produit une

substance brune, fusible, soluble dans l'eau qu'elle colore en vert léger, et qui consiste en

		D'après la théorie atomique :	
Nickel,	100 ;	Nickel,	5 ;
Iode,	320.	Iode,	15,625.

Sur *l'Ascension des nuages dans l'atmosphère.*

Par Mr A. Fresnel.

Parmi les causes qui doivent contribuer le plus efficacement à l'ascension des nuages dans l'atmosphère, il en est une à laquelle on paraît avoir fait peu d'attention, et sans laquelle cependant il me semble impossible de donner une explication complète et satisfaisante du phénomène ; elle a l'avantage d'être indépendante de la constitution des globules d'eau ou de vapeur vésiculaire qui composent le nuage, et d'être également applicable au cas où il serait formé d'un assemblage de cristaux de neige extrêmement déliés, comme cela peut avoir lieu pour les hautes régions de l'atmosphère.

On sait que l'air et tous les autres gaz incolores laissent passer les rayons solaires et même le calorique rayonnant sans s'échauffer sensiblement, et que, pour élever leur température, il faut le contact des corps solides ou liquides échauffés par ces mêmes rayons lumineux ou calorifiques. Cela posé, considérons le cas où un nuage serait formé de très-petits globules d'eau ou de cristaux de neige excessivement déliés. On conçoit

d'abord qu'il résulte, de l'extrême division de l'eau solide ou liquide du nuage, un contact très-multiplié de l'air avec cette eau, susceptible d'être échauffée par les rayons solaires et par les rayons lumineux et calorifiques qui lui viennent de la terre, et qu'en conséquence l'air compris dans l'intérieur du nuage, ou très-voisin de sa surface, sera plus chaud et plus dilaté que l'air environnant ; il devra donc être plus léger : or, il résulte également de notre hypothèse sur l'extrême division de la matière du nuage, que les particules qui le composent peuvent être très-rapprochées les unes des autres, ne laisser entr'elles que de très-petits intervalles, et néanmoins être encore elles-mêmes très-fines relativement à ces intervalles ; en sorte que le poids total de l'eau contenue dans le nuage soit une petite fraction du poids total de l'air qu'il comprend, et assez petite pour que la différence de densité entre l'air du nuage et l'air environnant compense, et au-delà, l'augmentation de poids qui résulte de la présence de l'eau liquide ou solide. Lorsque le poids total de cette eau et de l'air compris dans le nuage sera moindre que le poids d'un volume égal de l'air environnant, le nuage s'élèvera jusqu'à ce qu'il parvienne à une région de l'atmosphère où il y ait égalité entre ces deux poids ; alors il restera en équilibre. On voit que la hauteur à laquelle cet équilibre aura lieu dépendra de la finesse des particules du nuage, et des intervalles qui les séparent.

L'air chaud et dilaté compris dans ces intervalles, qui tend à s'élever, n'y étant pas renfermé hermétiquement, doit peu à peu sortir du nuage ; mais ce renouvellement de l'air intérieur ne peut s'effectuer que d'une manière

très-lente, à cause de la petitesse des intervalles qui séparent les globules d'eau; en sorte que la température du nuage reste toujours supérieure à celle de l'air environnant; d'ailleurs, ce courant ascensionnel, par le frottement qu'il exerce sur la multitude des surfaces des particules du nuage, tend lui-même à les soulever, et cela avec d'autant plus d'énergie qu'il aurait plus de vitesse.

Pendant la nuit le nuage est privé des rayons solaires, et sa température doit diminuer; mais il continue à recevoir les rayons calorifiques envoyés par la terre, et et l'on conçoit que s'il a beaucoup d'épaisseur, sa température intérieure ne diminuera que très-lentement. D'ailleurs, les nuages nous envoient, la nuit, plus de chaleur que l'air environnant; ce qui prouve au moins qu'ils ne laissent point un passage aussi libre à la chaleur émanée du globe, et qu'en conséquence ils doivent s'en approprier une portion plus sensible. En supposant même que la différence de température soit beaucoup moindre la nuit que le jour, les nuages ne devront s'abaisser qu'avec une extrême lenteur après le coucher du soleil, vu l'immense étendue de leur superficie relativement à leur poids; c'est une cause qui, sans concourir à leur élévation, contribue puissamment à leur suspension; ensuite le retour du soleil les ramènera à leur hauteur de la veille, si des vents ou quelques autres phénomènes météorologiques n'ont pas changé les circonstances atmosphériques et les conditions d'équilibre. Tout ce qui peut augmenter ou diminuer la division des particules du nuage ou les petits intervalles qui les séparent, et les changemens qui surviennent dans la température de l'air environnant, doivent faire varier les conditions d'équi-

libre, et par conséquent la hauteur à laquelle le nuage peut s'élever. Il est, sans doute, encore d'autres causes qui contribuent à l'élévation et à la suspension des nuages dans l'atmosphère, telles que les courans ascensionnels dont M. Gay-Lussac vient de parler dans les *Annales de Chimie et de Physique* : je ne me suis pas proposé ici de passer en revue toutes ces causes et de les discuter, mais seulement d'indiquer celle qui me paraît la plus influente.

Sur *la Détermination de certaines faces secondaires dans les cristaux par un moyen qui n'exige ni mesure ni calcul.*

Par Mr A. Lévy, de l'Université de France.

(Traduit de l'anglais par M. Billy.)

L'observation des divers polyèdres ou cristaux que présente la même substance cristallisée, nous conduit naturellement à examiner s'il y a quelque relation entre ces différentes formes. En discutant cette question, on a obtenu beaucoup de résultats remarquables. Ces résultats, joints aux méthodes pour vérifier leur exactitude et pour résoudre les problèmes auxquels ils donnent lieu, composent la science de la cristallographie.

Les deux faits principaux qu'on a découverts jusqu'à présent sont :

1°. Que pour une série donnée de formes polyédrales qui appartiennent à la même substance, on peut tou-

jours assigner un corps simple dont tous les autres dérivent facilement, par le remplacement de ses bords ou arêtes et de ses angles. Ce corps est appelé la *forme primitive* de la substance. Les autres sont les formes secondaires. On nomme *primitives* les faces de la forme primitive, et *secondaires* celles des cristaux secondaires. Deux arêtes de la forme primitive sont dites *semblables* lorsqu'elles ont d'égales longueurs et qu'elles résultent de l'intersection de plans également inclinés. Deux angles plans du cristal primitif sont semblables lorsqu'ils sont égaux et formés par des arêtes semblables. La forme primitive se trouve généralement parmi les cristaux que donne la substance; et lorsqu'on la met dans une position convenable relativement à un cristal secondaire quelconque, toutes ses faces, ou du moins quelques-unes d'elles, se trouvent être parallèles à la direction du clivage de ce cristal secondaire.

La loi suivant laquelle les formes secondaires sont dérivées de la forme primitive est celle-ci : soient oa, ob, oc, fig. 1, les directions et les longueurs de trois des arêtes du cristal primitif, lesquelles se rencontrent au sommet d'un angle solide o. Un cristal secondaire, quel qu'il soit, peut se placer relativement à ces trois lignes, de manière que ses faces se trouveront être parallèles à des plans ABC, déterminés par la condition de rencontrer les lignes oa, ob, oc aux points A, B, C, dont les distances à o, oA, oB, oC soient respectivement des multiples très-simples m, n, p de oa, ob, oc, ou bien par celle que deux d'entre elles étant des multiples très-simples, la troisième soit infinie.

Si le plan ABC était mené parallèlement à une face

secondaire qui ne remplaçât ni l'angle o ni aucune des arêtes dont la rencontre se fait en o, mais bien quelqu'autre angle ou quelqu'autre arête du cristal primitif, ce plan pourrait rencontrer une ou deux des lignes oa, ob, oc en quelque point de leurs prolongemens oa', ob', oc'; mais les distances de ces points au point o seraient encore de simples multiples de oa, ob, oc.

Il résulte de ce mode de dérivation que, dans les cristaux secondaires, on considère seulement les dérivations des faces, et que deux formes secondaires identiques sont, non pas deux polyèdres égaux ou semblables, mais deux solides composés du même nombre de faces, et tels que si on les met en position avec le cristal primitif, toutes les faces de l'un sont parallèles à toutes les faces de l'autre. C'est sur ce premier résultat de recherches cristallographiques que Haüy a bâti sa théorie de décroissement, démontrée par tant de faits et développée avec tant d'esprit.

C'est une chose bien connue que, dans cette théorie, une face secondaire, telle que ABC, fig. 1, est dite être le résultat d'un décroissement intermédiaire sur l'angle o de la forme primitive a, par m rangées parallèles à l'arête oa, par n rangées parallèles à ob, et par p rangées parallèles à oc. Si $m=n$, alors AB est parallèle à la diagonale ab de la face oab du cristal primitif, et la face ABC est le résultat d'un décroissement sur l'angle plan oab, suivant m rangées en largeur et p rangées en hauteur. Enfin, si p est infini, ABC devient parallèle à l'arête oc, et est censé être le résultat d'un décroissement sur cette arête, formé de m rangées

en largeur et de n en hauteur. Il sera bien plus simple, dans ce qui suit, d'appeler m, n, p les indices de la face ABC.

Le second résultat important de la cristallographie est ce qu'on a nommé la *loi de symétrie*. Cette loi consiste en ce qu'à très-peu d'exceptions près, lorsqu'un bord ou un angle du cristal primitif se trouve être remplacé par une face secondaire qui résulte d'un certain décroissement, tous les angles semblables sont également remplacés par des faces qui sont le résultat de semblables décroissemens.

Ceci une fois entendu, toutes les questions de cristallographie peuvent se réduire à des problèmes de géométrie aux trois dimensions, et se résoudre par la trigonométrie soit plane, soit sphérique. Les données sont les inclinaisons des faces secondaires entr'elles et avec le solide primitif; les quantités inconnues sont les dimensions linéaires de ce cristal primitif et les indices des faces secondaires.

Montrer, dans chaque cas, comment on obtient autant d'équations qu'il y a d'inconnues, ou, lorsque c'est impossible, présenter la meilleure hypothèse qu'on puisse faire pour remplacer le manque d'équations, voilà ce qui sera l'objet d'un autre Mémoire que je publierai quand j'aurai porté mes formules à ce degré de simplicité qu'exige l'emploi du calcul logarithmique.

Mon objet ici est d'expliquer comment les indices de certaines faces secondaires peuvent s'obtenir sans avoir rien à mesurer ou à calculer.

Quoiqu'il y ait trois indices m, n, p pour chaque

face secondaire, le nombre des inconnues n'est réellement que de deux,

$$\frac{m}{p} \text{ et } \frac{n}{p}.$$

Deux conditions sont donc suffisantes et nécessaires pour les déterminer. Ces conditions sont en général les inclinaisons de la face sur deux plans connus du cristal; et quand elles ont lieu, on peut déterminer par le calcul seul la loi du décroissement. Mais, dans des cas nombreux, la face qu'il faut déterminer ayant deux de ses côtés parallèles à deux bords du cristal, dont on connaît les positions par rapport au cristal primitif, l'observation de cette face sera suffisante pour résoudre le problème sans l'aide du goniomètre ou de la trigonométrie. C'est ainsi que, dans la figure 2, qui représente une portion d'un cristal, les indices des plans 1, 2, 3, 4 étant connus, ceux du plan 5 peuvent s'obtenir, d'après la circonstance que ses deux côtés *ed*, *ef* sont parallèles à l'intersection de 1 et de 2, ainsi qu'à celle de 3 et de 4. Avant d'expliquer comment cela peut se faire, il faut remarquer que ces parallélismes, dans la plupart des cas, se déterminent aisément à la seule inspection, d'après le peu de largeur des plans terminés par les parallèles. La disproportion des faces du cristal facilite souvent cette espèce d'observation. De plus, lorsque les plans du cristal sont suffisamment brillans, le goniomètre à réflexion décidera facilement si les parallélismes existent ou non, et même découvrira ceux que l'œil ne soupçonnerait pas; car il est évident que si le cristal est placé de manière que les réflexions d'une ligne horizon-

tale sont aussi horizontales sur deux plans différens du cristal, un troisième plan sur lequel la réflexion de la même ligne serait aussi horizontale devrait être parallèle à l'intersection des deux premiers. De là, si on fait usage du goniomètre réflecteur, après avoir disposé deux faces d'un cristal, il sera important de lui faire faire un tour entier, afin de voir s'il y a une autre face parallèle à l'intersection des deux premières.

Maintenant, pour résoudre le problème proposé, soient m_5, n_5, p_5 les indices du plan 5, relatifs aux trois bords ou arêtes oa, ob, oc, fig. 1 de la forme primitive; m_4, n_4, p_4, ceux du plan 4, et ainsi du reste. Ce qu'il faut faire, c'est de trouver les valeurs de m_4, n_4, p_4, lorsque toutes les autres valeurs sont connues. Qu'on prenne oa, ob, oc pour trois axes coordonnés, et que x, y, z représentent les coordonnées d'un point quelconque, menées parallèlement à ces trois axes; alors a, b, c étant comme auparavant les longueurs des trois bords ou arêtes oa, ob, oc, l'équation du plan 5 sera :

$$\frac{x}{m_5 a} + \frac{y}{n_5 b} + \frac{z}{p_5 c} = 1,$$

puisque ce plan coupe les trois axes à des distances de o, égales à $m_5 a$, $n_5 b$, $p_5 c$. De la même manière, les équations des quatre plans 1, 2, 3, 4 seront respectivement :

$$\frac{x}{m_1 a} + \frac{y}{n_1 b} + \frac{z}{p_1 c} = 1.$$

$$\frac{x}{m_2 a} + \frac{y}{n_2 b} + \frac{z}{p_2 c} = 1.$$

$$\frac{x}{m_3 a} + \frac{y}{n_3 b} + \frac{z}{p_3 c} = 1.$$

$$\frac{x}{m_4 a} + \frac{y}{n_4 b} + \frac{z}{p_4 c} = 1.$$

Pour exprimer que l'intersection de 1 et de 5 est parallèle à celle de 1 et de 2, il suffit d'écrire que leurs projections sur un troisième plan sont parallèles, puisque ces deux lignes sont dans le même plan 1. En éliminant z entre les deux premières équations, on obtient l'équation de la projection de l'intersection de 1 et 2 sur le plan oab :

$$x\left\{\frac{1}{m_1 p_2 a} - \frac{1}{m_2 p_1 a}\right\} + y\left\{\frac{1}{n_1 p_2 b} - \frac{1}{n_2 p_1 b}\right\} = \frac{1}{p_2} - \frac{1}{p_1}.$$

De la même manière, l'équation de la projection de la ligne d'intersection de 1 et de 5 est :

$$x\left\{\frac{1}{m_1 p_5 a} - \frac{1}{m_5 p_1 a}\right\} + y\left\{\frac{1}{n_1 p_5 b} - \frac{1}{n_5 p_1 b}\right\} = \frac{1}{p_5} - \frac{1}{p_1}.$$

Ces équations étant celles de lignes parallèles, le rapport des coefficiens de x et de y dans la première doit être égale au rapport des coefficiens de x et de y dans la seconde. Toute réduction faite, cela donne :

$$p_1 p_2 (m_1 n_2 - m_2 n_1) = m_1 m_2 (p_1 p_2 - n_1 p_2) \frac{p_5}{m_5}$$
$$- n_1 n_2 (p_1 m_2 - m_1 p_2) \frac{p_5}{n_5}.$$

En changeant dans cette équation m_1, n_1, p_1 en m_3, n_3, p_3, et m_2, n_2, p_2 en m_4, n_4, p_4, nous aurons l'équation exprimant le parallélisme entre la ligne d'in-

tersection de 5 et de 3 et celle de 3 et de 4. De ces deux équations, on tire facilement les valeurs de :

$$\frac{p_5}{m_5} \text{ et de } \frac{p_5}{n_5}.$$

$$\frac{p_5}{m_5} = \frac{\left(\frac{1}{p_1 m_2} - \frac{1}{p_2 m_1}\right) \times \left(\frac{1}{n_3 m_4} - \frac{1}{m_3 n_4}\right) + \left(\frac{1}{n_1 m_2} - \frac{1}{n_2 m_1}\right) \times \left(\frac{1}{m_3 p_4} - \frac{1}{m_4 p_3}\right)}{\left(\frac{1}{p_1 m_2} - \frac{1}{p_2 m_1}\right) \times \left(\frac{1}{n_3 p_4} - \frac{1}{p_3 n_4}\right) + \left(\frac{1}{n_1 p_2} - \frac{1}{n_2 p_1}\right) \times \left(\frac{1}{m_3 p_4} - \frac{1}{m_4 p_3}\right)}.$$

En écrivant dans cette formule m pour n et réciproquement, on a la valeur de :

$$\frac{p_5}{n_5}.$$

Si les deux faces 1 et 2 sont supposées parallèles à une diagonale du solide primitif, à ab, par exemple, alors la nouvelle face 5 sera parallèle à la même diagonale. Dans ce cas, $m_1 = n_1$, et $m_2 = n_2$, les valeurs de

$$\frac{p_5}{m_5} \text{ et de } \frac{p_5}{n_5}$$

deviennent les mêmes, et, toute réduction faite, égales à

$$\frac{\frac{1}{(n_3 m_4 - m_3 n_4)}}{\left(\frac{1}{n_3 p_4} - \frac{1}{p_3 n_4}\right) + \left(\frac{1}{m_3 p_4} - \frac{1}{p_3 m_4}\right)}.$$

m_1, n_1, p_1; m_2, n_2, p_2 ont entièrement disparu de cette formule, et cela doit être ainsi, puisque la condition d'être parallèle à une diagonale de la forme primitive ne dépend d'aucun plan secondaire. Si les deux faces 1 et 2 sont parallèles à un bord ou arête, à oc, par exemple, alors 5 est parallèle à cette même arête; p_1 et p_2 sont infinis. Les valeurs de

$$\frac{p_5}{m_5} \text{ et de } \frac{p_5}{n_5}$$

le deviennent aussi lorsqu'on substitue l'infini pour p_1 et pour p_2 dans la formule générale. Mais, si avant de faire cette substitution, nous divisons l'une de ces valeurs par l'autre, nous trouvons :

$$\frac{m_5}{n_5} = \frac{\dfrac{1}{n_3\,p_4} - \dfrac{1}{p_3\,n_4}}{\dfrac{1}{m_3\,p_4} - \dfrac{1}{m_4\,p_3}}.$$

Ces trois formules, la première principalement, ne sont pas très-simples; mais il faut observer que ce problème a été résolu de la manière la plus générale. Dans la plupart des cas qui se rencontrent, elles seront considérablement simplifiées, et souvent on pourra s'en dispenser. On aurait pu les obtenir d'une manière très-différente, par une série de triangles semblables. On a jugé la méthode précédente plus simple et plus directe. Cependant, comme on pourrait employer l'autre avec avantage dans quelques cas, il ne sera peut-être pas inutile de l'indiquer brièvement.

Par l'extrémité oc de l'arête c de la forme primitive, fig. 3 menez les plans cHG, cKL, cMN, cPQ,

parallèles à 1, 2, 3, 4; les distances oH, oG, etc., seront connues et égales à

$$\frac{n_1}{p_1} b, \frac{m_1}{p_1} a, \text{ etc.}$$

L'intersection de 1 et de 2 sera parallèle à oE, celle de 3 et de 4 à oF. Le nouveau plan 5, sera donc parallèle au plan oEf; et si on tire la ligne EF, oA sera égale à

$$\frac{n_5}{p_5} \text{ et } oB \text{ à } \frac{m_5}{p_5}.$$

Maintenant pour trouver les valeurs de ces fractions, qu'on mène ER, Fs parallèles à ob, il est évident que, connaissant oG, oH, oK, oL, on peut aisément trouver les valeurs de ER et de oR par les triangles semblables. Celles de Fs et de os, ne sont pas plus difficiles à obtenir, et les valeurs de oA et de oB se déduisent aisément de ces quatre valeurs de oR, RE, os, sF, ce qui conduirait à la même formule.

Ces formules, quoiqu'elles soient compliquées, sont remarquables. Elles ne contiennent ni a, ni b, ni c. Ainsi les dimensions linéaires de la forme primitive ne sont pas requises pour déterminer les lois des décroissemens des faces que nous examinons. Cette remarque prouve aussi qu'il n'est pas possible de trouver les valeurs des dimensions linéaires du cristal primitif, d'après l'observation de parallélismes entre les arêtes d'un cristal secondaire. Les valeurs de m_1, n_1, p_1, etc., étant de simples nombres, il est clair, d'après la nature des fonctions de ces quantités qui représentent les valeurs de m_5, n_5, p_5, que les valeurs de ces dernières ne seront

jamais de très-grands nombres. Il est nécessaire d'ajouter que quand on fait usage de ces formules, il faut prendre négativement m_1, par exemple, si la face dont les indices sont m_1, n_1, p_1, coupe l'arête oa, fig. 1, sur son prolongement oa_1. La même observation s'applique à tout autre indice.

Pour montrer à la fois l'importance et l'usage de ce qui précède, j'en ferai l'application à la détermination de plusieurs modifications de l'oxide rouge de cuivre et de l'oxide d'étain que M. Phillips a données dans le premier et dans le deuxième volume des Transactions de la Société géologique.

M. Phillips, dans son Mémoire sur l'oxide rouge de cuivre, a décrit six modifications de cette substance, sans avoir pu mesurer les inclinaisons de leurs plans. Parmi ces six modifications, cinq pourtant peuvent être déterminés sans connaître un seul angle, en supposant que les parallélismes qui existent dans les dessins de M. Phillips soient exacts.

Pour cette investigation, il sera plus simple de considérer le cube, au lieu de l'octaèdre, comme la forme primitive de la substance. Une fois que l'on connaît les indices relatifs au cube, on peut obtenir sans difficulté les indices relatifs à l'octaèdre.

Soient oa, ob, oc, fig. 4, les bords du cube auquel toutes les faces secondaires doivent être rapportées.

Il est évident d'abord que les faces de l'octaèdre résultent d'un décroissement d'une rangée sur les angles du cube, et conséquemment que les trois indices de cette face qui remplace l'angle o seront égaux entre eux.

Seconde modification. Les plans de cette modification

étant ceux du dodécaèdre rhomboïdal, résultent évidemment d'un décroissement d'une rangée sur les angles du cube ; en sorte que des trois indices relatifs à un plan quelconque remplaçant une des arêtes oa, ob, oc, un sera infini, et les deux autres égaux.

Cinquième modification. La fig. 81 (planches du premier volume des Transactions de la Société géologique) montre qu'un plan de cette modification est parallèle à la diagonale ac, fig. 4 et à l'intersection des deux plans de la seconde modification qui remplace les bords oa, oc. La nouvelle face étant parallèle à une diagonale, il faut faire usage de la seconde des formules précédentes. Dans le cas présent $m_3=1$, $n_3=1$, $p_3=\infty$, $m_4=\infty$, $n_4=1$, $p_4=1$. Ces substitutions étant faites, on trouve la valeur de

$$\frac{p_5}{n_5}$$

égale à 2. La 5me modification résulte donc d'un décroissement de deux rangées en largeur sur les angles de cube.

Troisième modification. Les plans de cette modification sont évidemment parallèles aux bords du cube ; et un de ces plans est aussi, par la fig. 107, parallèle à l'intersection des deux plans de la cinquième modification, remplaçant les angles aoc, ocd. Il faut ici faire usage de la troisième formule et y substituer les valeurs suivantes :

$$m_3 = 2. \quad p_3 = 2 \quad n_3 = 1 ;$$
$$m_4 = 2. \quad p_4 = 2, \quad n_4 = 1 ;$$
$$\text{ensuite } \frac{m_5}{n_5} = 2.$$

La troisième modification est donc le résultat d'un décroissement de deux rangées en largeur sur les bords du cube.

Sixième modification. La fig. 107 montre qu'un plan de cette modification est parallèle à l'intersection du plan de la cinquième (modification) parallèle à la diagonale ac, et du plan de la seconde modification qui remplace le bord ou l'arête oc, et aussi à la ligne d'intersection de la face de l'octaèdre qui remplace l'angle o, et du plan de la troisième (modification) qui remplace le bord oc. Donc ici :

$$m_1 = 2.\ p_1 = 2.\ n_1 = 1\ ;$$
$$m_2 = 1.\ n_2 = 1.\ p_2 = \infty\ ;$$
$$m_3 = 1.\ n_3 = 1.\ p_3 = 1\ ;$$
$$m_4 = 2.\ n_4 = 1.\ p_4 = \infty\ .$$

Ces valeurs étant mises dans la première formule, on a :

$$\frac{p_5}{m_5} = 2.$$

Les mêmes valeurs substituées dans

$$\frac{p_5}{n_5},$$

donnent :

$$\frac{p_5}{n_5} = 3.$$

Ainsi :

$$p_5 : m_5 : n_5 :: 6 : 3 : 2.$$

Les plans de la sixième modification peuvent être d'après cela considérés comme le résultat d'un décroissement intermédiaire de six rangées parallèles à oc, de trois rangées parallèles à oa et de deux rangées parallèles à ob.

Quant à la quatrième modification, il n'y a pas de

données suffisantes pour la déterminer, parce qu'il n'y a point d'autres parallélismes observables que ceux des plans de cette modification avec les bords de l'octaèdre. Les indices des cinq autres étant connus, rien n'est plus aisé que de calculer l'incidence ou l'inclinaison de deux quelconques de leurs plans.

Je vais maintenant examiner le Mémoire de M. Phillips sur l'oxide d'étain. Le mérite en est si bien connu que je pense qu'il est presque inutile de dire que les remarques qu'il va me suggérer n'en diminueront d'aucune manière la valeur, qui consiste principalement en ce qu'il a mesuré avec une grande exactitude les inclinaisons des plans de la plupart des modifications qu'il a décrites, et qu'il a donné les dessins d'un grand nombre de variétés; dessins qui, malgré leur inexactitude, sont parfaitement suffisans pour fournir une idée de la forme.

On fait mention, dans ce Mémoire, de douze modifications différentes. Pour neuf de ces modifications, on donne les angles d'un plan de chacune d'elles avec deux faces différentes; on peut déterminer huit de ces modifications, sans connaître aucun angle. Mais, avant tout, il est nécessaire de corriger quelques erreurs dans les dessins.

D'après les angles donnés, il s'ensuit nécessairement que les plans de la septième modification devraient être parallèles non-seulement à l'intersection de 1 et de 1, comme on l'indique dans les figures (*voyez* les planches 18 et 19, 2me volume des *Transactions* de la Société géologique), mais aussi à la ligne d'intersection de 2 et de 5.

Il s'ensuit, en second lieu, que les plans de la sixième

modification, parallèles aux arêtes latérales du prisme, devraient être aussi parallèles à l'intersection de deux plans correspondans de la septième modification; l'un appartenant au sommet supérieur, l'autre au sommet inférieur du cristal; ou bien que la ligne d'intersection de la sixième et de la septième modification devrait être perpendiculaire à l'arête latérale du prisme.

En conséquence tous les dessins qui n'offrent pas ces parallélismes sont inexacts, ou les faces désignées avec la même figure n'appartiennent pas à la même modification. Ces parallélismes sont le caractère essentiel de la sixième et de la septième modification, de la même manière que c'est le caractère essentiel de la 4me, de la 5me, de la 6me d'être parallèle à l'axe du prisme; c'est aussi le caractère de la face *p* d'être parallèle à l'intersection de deux plans adjacens de la seconde modification; et, à moins qu'on ne prétende qu'il n'est pas nécessaire d'indiquer les derniers parallélismes dans les dessins, je ne vois pas de raison pour ne pas conserver les premiers dans la représentation du cristal.

A présent, rien n'est plus aisé que de déterminer les modifications. Pour plus de simplicité, je vais, comme pour l'oxide rouge de cuivre, prendre la forme primitive à volonté. Ce sera un prisme quarré dont les faces latérales correspondront à la première modification, et dont la hauteur se déterminera, en supposant que les faces *p* sont produites par un décroissement d'une rangée sur les angles.

Ainsi la seconde modification sera évidemment le résultat d'un décroissement de deux rangées en hauteur sur les bords *b* des bases.

La troisième est ensuite la base du prisme.

La quatrième modification sera le résultat d'un décroissement d'une rangée sur les bords latéraux.

On ne peut déterminer la cinquième que par l'inclinaison d'un de ses plans sur 1 : d'après l'angle donné par M. Phillips, elle est le résultat d'un décroissement de trois rangées sur les arêtes latérales.

En parlant des deux parallélismes dont on vient de faire mention, relativement à la septième modification, et en faisant usage de la seconde formule, on trouvera que cette modification est le résultat d'un décroissement de six rangées en largeur sur les angles des faces latérales du prisme.

La sixième modification, d'après les parallélismes précités, se trouvera résulter d'un décroissement de six rangées le long des arêtes latérales.

Les faces de la neuvième modification sont à la fois parallèles à une arête de la base de la forme primitive et à l'intersection de deux plans de la septième modification. (*Voyez* pl. 21). Elles sont donc produites par un décroissement de cinq rangées en hauteur sur les bords ou arêtes de la base.

Enfin la onzième modification est produite sur les mêmes bords par un décroissement d'une rangée parallèle à la ligne d'intersection de deux faces adjacentes, planche 23. Il n'y aurait plus de difficulté de trouver à présent les indices de ces modifications par rapport à l'octaèdre, et de calculer les inclinaisons de deux plans quelconques ayant une fois mesuré 2 sur 1.

Ce qu'il faut conclure des observations précédentes, c'est que les parallélismes qui existent fréquemment entre

les bords d'un cristal sont de grande importance; ils sont une preuve de la simplicité de la structure. Ils nous mettent en état, sans rien mesurer, de déterminer une face secondaire, lorsqu'on observe qu'ils existent entre deux côtés de cette face et deux bords connus du cristal. Les mesures, dans ce cas, n'ont d'autre usage que d'essayer l'exactitude du goniomètre et de juger de la perfection du cristal. Lorsqu'on décrit un cristal, on devrait avoir soin de faire mention de ces parallélismes; dans les croquis ou dans les dessins qu'on fait grossièrement, il faudrait en approcher d'aussi près qu'il est possible. Dans les dessins exacts, on devrait toujours faire usage de la projection orthographique.

(*Edimb. philos. Journ.*)

De l'Action *des fleurs sur l'air, et de leur chaleur propre* (1).

Par M. Théodore de Saussure.

Les fleurs, même celles des plantes aquatiques, ne se développent pas dans des milieux dépourvus de gaz oxigène : elles exigent, pour soutenir leur végétation, une plus grande proportion de ce gaz que le reste de la plante. Les parties vertes sont souvent assez abondantes dans les feuilles pour qu'elles puissent se former elles-

---

(1) Les principales observations contenues dans ce Mémoire ont été lues à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le 11 juillet 1822.

mêmes l'atmosphère nécessaire à leur existence ; mais il n'en est pas ainsi pour les fleurs.

Plusieurs d'entr'elles, telles que la rose, conservent, il est vrai, moins long-temps leur corolle ou leur forme dans l'air que dans le vide ou dans le gaz azote ; mais lorsqu'on croit les en retirer encore fraîches, elles exhalent une odeur infecte ; leurs pétales sont corrompus, et l'on voit que cette vie apparente cachait une véritable mort ; tandis que la chute de la corolle dans l'air n'est qu'un effet et une preuve de la végétation.

Lorsqu'on place une fleur sous un récipient plein d'air et fermé par du mercure, elle ne change que peu ou point le volume de cet air, tant qu'il contient du gaz oxigène ; elle absorbe ce dernier, mais en le remplaçant par un volume à-peu près égal d'acide carbonique ; je dis *à-peu-près égal*, parce qu'on observe quelquefois dans cet air une légère diminution de volume ; mais comme elle n'excède pas beaucoup l'espace occupé par la fleur, on doit attribuer cet effet à celui qu'elle produit comme corps poreux et aqueux sur l'acide carbonique : une fixation plus stable paraît être ici très-difficile à déterminer.

Je n'ai pu trouver aucune trace de gaz hydrogène dans l'air où les fleurs ont végété : mes premiers essais m'avaient fait présumer qu'elles exhalaient une petite quantité de gaz azote ; mais je n'ai pas confirmé ce résultat.

Pour offrir quelques termes de comparaison aux recherches particulières dont je m'occuperai dans la suite, j'expose, dans le tableau suivant, les quantités de gaz oxigène détruit ordinairement par les fleurs, et j'y joins l'effet que produisent leurs feuilles dans les mêmes cir-

constances. Le volume du gaz oxigène consumé se rapporte au volume des fleurs ou des feuilles pris pour unité. Ces résultats sont préférables à ceux qui ont été publiés dans mes *Recherches sur la végétation* : le volume des fleurs y avait été évalué en mesurant la quantité d'eau déplacée par leur immersion ; mais depuis, j'ai trouvé plus exact de les peser avec leur pédoncule et d'admettre que leur densité est égale à celle de l'eau, parce que la plupart d'entr'elles s'éloignent peu d'avoir cette pesanteur, et parce qu'elles recèlent une multitude de sinuosités pleines d'air que l'eau ne déplace pas, et qui fait paraître, par la méthode d'immersion, le volume du végétal plus grand qu'il ne l'est réellement : d'ailleurs, ce dernier procédé n'était pas applicable à des parcelles végétales telles que des étamines.

J'ai obtenu mes nouveaux résultats dans une atmosphère beaucoup plus spacieuse, et dont les fleurs ne déplaçaient que la deux centième partie. Elles ont été exposées, à cet effet, sous des récépiens pleins d'air, et fermés par du mercure ; et elles y ont soutenu leur végétation en trempant par un pédoncule long au plus de 6 lignes, dans un vase qui contenait une très-petite quantité d'eau. Après l'expérience, j'ai coupé le pédoncule pour retrancher son poids de celui de la fleur jointe à ce support, l'action de ce dernier sur l'atmosphère pouvant être négligée, surtout en raison de l'eau dont il était environné. Les feuilles ont été traitées dans les mêmes circonstances et par les mêmes procédés que les fleurs.

D'après ce qui précède, le nombre 8,5, qui exprime, dans le tableau, la quantité de gaz oxigène détruit par

la capucine simple, indique qu'un centimètre cube, soit un gramme de ces fleurs (déduction faite des pédoncules), a détruit 8 centimètres cubes et demi de gaz oxigène, qui ont été remplacés par 8 centimètres cubes et demi de gaz acide carbonique, dans 200 centimètres cubes d'air.

La durée des expériences ou du séjour des fleurs et des feuilles sous le récipient a été de vingt-quatre heures.

La quantité du gaz oxigène détruit était plus grande dans les douze premières heures que dans les suivantes, principalement parce que, à cette dernière époque, l'air devenait moins pur. Si j'abrégeais l'expérience, un grand nombre de fleurs ne donnaient pas des résultats eudiométriques assez prononcés : l'inconvénient était plus grand encore lorsque, au lieu de prolonger l'épreuve pour augmenter l'effet, j'introduisais un plus grand nombre de fleurs dans le même espace ; car alors leur action sur l'air était souvent entravée par son altération dès le commencement de l'expérience.

Tous les résultats exposés dans cette notice ont été obtenus en été, à l'abri de l'action directe du soleil, et à une température comprise entre 18° et 25° centigr. La quantité de gaz oxigène détruite par les fleurs est plus grande au soleil qu'à l'ombre : l'élévation de température augmente d'ailleurs cette destruction.

J'ai inscrit, dans le tableau, l'heure où les fleurs ont été cueillies et placées sous le récipient ; ce moment est surtout important pour celles qui ne durent que peu de temps et qui ne s'épanouissent qu'à une époque constante de la journée, comme pour l'*hibiscus speciosus*, le *cucurbita melo-pepo* et le *passiflora serratifolia*. On n'a

mis en expérience que des fleurs entièrement développées et dans toute leur vigueur; caractères qui se reconnaissent, surtout à l'état des étamines.

NOMS DES FLEURS.	GAZ OXIGÈNE consumé par les fleurs.	GAZ OXIGÈNE consumé par les feuilles.
Giroflée (simple), variété rouge. *Cheiranthus incanus.* 6 heures du soir	11	4
Giroflée (double), *idem*.....	7,7	
Tubéreuse (simple). *Polyanthes tuberosa.* 9 heures du matin...	9	3
Tubéreuse (double), *idem*.....	7,4	
Capucine (simple). *Tropœolum majus.* 9 heures du matin.....	8,5	8,3
Capucine (double), *idem*.....	7,25	
Datura arborea. 10 heures du matin.....	9	5
Passiflora serratifolia. 8 heures du matin.....	18,5	5,25
Carotte (ombelles de). *Daucus carota.* 6 heures du soir.....	8,8	7,3
Hibiscus speciosus. 7 heures du matin.....	8,7	5,1
Millepertuis. *Hypericum calycinum.* 8 heures du matin.....	7,5	7,3
Courge (fleurs mâles). *Cucurbita melo-pepo.* 7 heures du matin...	12	6,7
Courge (fleurs femelles), *idem*...	3,5	
Lis, *lilium candidum.* 11 heures du matin.....	5	2,5
Massette (chatons mâle et femelle). *Typha latifolia.* 9 h. du matin.	9,8	4,25
Châtaignier (chaton mâle). *Fagus castanea.* 4 heures du soir.....	9,1	8,1

Les résultats que je viens d'exposer indiquent qu'à volume égal, les fleurs détruisent ordinairement plus

d'oxigène que les feuilles à l'obscurité, ou que le reste de la plante ; car ces dernières en détruisent plus que les tiges et que la plupart des fruits. La différence est plus prononcée et sujette à moins d'exceptions, comme nous le montrerons plus bas, si l'on ne considère dans la fleur que les étamines. On ne doit pas tenir compte des exceptions que peuvent présenter les fleurs, qui, étant coupées avant leur épanouissement, ne se développent pas à l'aide de l'eau, et qui ont crû dans un lieu où elles n'auraient jamais pu nouer.

Un seul genre de fleurs, celui des gouets, *arum*, a offert un phénomène bien digne de fixer notre attention ; par une production de chaleur auparavant inconnue dans les végétaux. On sait que M. de Lamarck a découvert que lorsque les spadices de l'*arum italicum* ont acquis leur plus grand accroissement, époque où s'opère peut-être la fécondation des fleurs, ils prennent une température qui, suivant cet auteur, les fait paraître presque brûlans, ou beaucoup plus chauds que les corps environnans.

M. Senebier a constaté, au moins en partie, ce fait par le thermomètre ; il a vu qu'en appliquant seulement à la surface du spadice de l'*arum maculatum* la boule de cet instrument, il indiquait une température supérieure de 7° R. à celle de l'air environnant. Cette chaleur commence à se développer entre trois et quatre heures après midi ; elle acquiert son *maximum* entre six et huit heures du soir, et elle disparaît ensuite graduellement pour ne plus se manifester (1).

---

(1) Senebier, *Physiologie végétale*, vol. III, p. 313.

M. Hubert (1) a obtenu des résultats bien plus marqués, à l'Ile-de-France, avec l'espèce de gouet désignée par M. Bory de Saint-Vincent sous le nom d'*arum cordifolium;* il en a lié cinq spadices autour d'un thermomètre qui a indiqué dès-lors une température de 44°, tandis qu'elle n'était que de 19° à l'air libre. En faisant la même expérience avec douze spadices, le thermomètre s'est élevé à 49° ½. La plus grande chaleur de cette fleur avait lieu au lever du soleil.

Après avoir coupé l'extrémité de six spadices, il a lié seulement les parties mâles autour du thermomètre; le *maximum* de température a été de 41°. Les parties femelles n'ont pu l'élever, dans les mêmes circonstances, qu'à 30°.

M. Hubert a fait quelques expériences qui indiquent que la présence de l'air est nécessaire au développement de cette chaleur; il a vu qu'elle s'éteignait, soit lorsqu'on enduisait les chatons d'empois, soit lorsqu'on les plongeait dans l'eau ou dans le vinaigre, et qu'elle reparaissait en rétablissant le contact de l'air : il a trouvé cependant qu'elle se conservait dans l'*air* inflammable des marais et dans l'*air* de la fermentation (2).

Cet auteur a reconnu de plus que ces chatons viciaient l'air atmosphérique; mais il n'a pas déterminé l'inten-

---

(1) *Extrait des Voyages* de Bory Saint-Vincent, *Journal de Physique*. T. LIX. p. 280.

(2) Ces derniers résultats me paraissent douteux, parce qu'on ignore si les gaz employés étaient purs ou dépouillés des petites quantités de gaz oxigène qui y sont souvent mêlées naturellement.

sité et la nature de cette altération. D'après cet exposé, l'action des *arum* sur l'air ne nous présente rien que ce qu'on pouvait attendre de toute autre fleur, ou même de toute substance végétale renfermée avec de l'air, à l'ombre ou à l'obscurité.

Il restait donc à déterminer, 1°. si les fleurs d'*arum* exercent sur l'air une action extraordinaire (exception que leur singulière structure pourrait autoriser à supposer); 2°. si les autres fleurs n'auraient point aussi une chaleur propre.

La chaleur des *arum* n'est pas toujours très-facile à observer : j'entretiens depuis douze ans, près de Genève, plusieurs pieds d'*arum italicum*, qui est une espèce dont l'effet calorifique n'est pas douteux; elle a fleuri tous les printemps, mais sans présenter aucune élévation de température, probablement parce que ces plantes n'ont jamais fructifié sur ce sol. L'action de ces fleurs froides d'*arum* sur l'air n'a présenté aucun résultat remarquable, c'est-à-dire qu'elles ont détruit, dans vingt-quatre heures, cinq ou six fois leur volume de gaz oxigène.

L'espèce d'*arum* désignée sous le nom d'*arum maculatum* croît et fleurit en abondance dans la plupart des haies des environs de Genève. J'examine depuis plusieurs années ces fleurs, et je n'en ai rencontré que quatre qui fussent chaudes, et assez rapprochées de mon laboratoire, pour qu'elles aient pu y être transportées sans se refroidir.

L'une de ces fleurs, qui occupait 6, 6 centimètres cubes avec sa spathe, a été placée à sept heures du soir

dans 1000 centimètres cubes d'air, de la même manière que les autres fleurs dont j'ai parlé précédemment : peu d'instans après l'établissement de l'expérience, les parois intérieures du récipient se sont couvertes d'une assez grande quantité de vapeurs pour que l'*arum* ne pût plus être distingué au travers du verre. Les fleurs qui sont froides ne présentent pas ce résultat. Au bout de vingt-quatre heures, le volume de l'atmosphère de la fleur n'avait pas changé : elle en avait détruit, à un centième près, tout l'oxigène, soit 200 centimètres cubes, en les remplaçant par de l'acide carbonique. Cette quantité, qui équivaut à trente fois le volume de l'*arum*, surpasse de beaucoup celle que j'ai obtenue avec d'autres fleurs, et ne représente sans doute que très-faiblement l'effet qui aurait été produit dans une plus grande atmosphère, et avec un *arum* qui n'eût pas dégagé une partie de sa chaleur avant l'expérience.

J'ai replacé la même fleur sous le même récipient pendant vingt-quatre heures; mais elle n'y a détruit que cinq fois son volume de gaz oxigène : il en était à-peu-près de même pour tous les *arum* fleuris qui pouvaient être froids par défaut de maturité.

J'ai divisé en trois parties un autre *arum maculatum* en état de chaleur : la première section ne comprenait que le cornet ou la spathe; la seconde division comprenait la massue ou le spadice coupé au-dessus des organes génitaux; la troisième section ne renfermait que la partie cylindrique du chaton qui porte les organes sexuels. Elles ont été renfermées séparément pendant vingt-quatre heures dans trois récipiens qui contenaient chacun mille centimètres cubes d'air.

Le cornet n'a détruit que cinq fois son volume de gaz oxigène.

La massue en a détruit trente fois son volume.

La partie du chaton qui porte seulement les organes sexuels en a détruit cent trente-deux fois son volume.

J'ai obtenu, à plusieurs égards, des résultats analogues aux précédens, avec le gouet serpentaire, *arum dracunculus*, qui est originaire des îles Baléares. Les étamines de ce gouet ont, pendant le jour, une chaleur faible, mais que j'ai négligé de déterminer avec le thermomètre : la partie nue du spadice m'a toujours paru froide au toucher ; elle est creuse (1) intérieurement, et elle peut être plus promptement dépouillée de sa chaleur par l'air et par l'évaporation que les spadices des autres *arum* qui sont pleins, et qui offrent moins de surface, relativement à leurs poids.

Un gouet serpentaire qui pesait 74 grammes (2) et qui

---

(1) J'ai exprimé sous l'eau l'air contenu dans un spadice de serpentaire, immédiatement après l'avoir cueilli au soleil : 100 de cet air contenaient 80 d'azote, 15 d'oxigène et 5 d'acide carbonique. Les étamines ont l'odeur agréable de la primevère officinale : l'odeur cadavéreuse de la fleur réside uniquement dans la partie nue du spadice ; il perd cette odeur avec sa chaleur en séjournant pendant vingt-quatre heures sous un récipient, quoique, en sortant de là, il conserve (à l'exception des étamines) son port et sa vigueur ; mais, à l'air libre et sur la plante, il se flétrit entièrement dans cet intervalle.

(2) Ce gouet, avec son spadice plein d'air, occupait 123 centim. c. ; mais si l'on en retranche le volume de cet

a été mis en expérience à onze heures du matin, a détruit, dans vingt-quatre heures, 965 centimètres cubes, ou treize fois son volume de gaz oxigène (1). Cette quantité est très-inférieure à celle de l'*arum maculatum*, non-seulement parce que ce dernier est beaucoup plus chaud, mais encore parce que la serpentaire, relativement aux organes génitaux, est pourvue d'un cornet plus gros, et qui consume moins de gaz oxigène. Une fleur de serpentaire dépourvue de son cornet a détruit, dans les mêmes circonstances, cinquante-sept fois son volume de gaz oxigène.

J'ai divisé une fleur de serpentaire pesant 74 grammes en quatre portions, qui ont été placées sous des récipiens pendant le même temps que pour les expériences précédentes.

La première section ne comprenait que le cornet qui pesait 55 grammes; il a détruit la moitié de son volume de gaz oxigène.

La seconde division était formée de la partie nue du spadice, soit de celle qui surmonte les organes génitaux; elle pesait 13,7 grammes, et elle a détruit vingt-six fois son volume de gaz oxigène, ou 356 centimètres cubes.

La troisième division pesant 2 grammes ne comprenait que la partie du chaton qui porte les organes mâles;

---

air, qui était égal à 42 centim. c., l'on trouve que la densité du corps herbacé ne s'éloigne pas beaucoup de celle de l'eau, du moins pour des recherches de ce genre.

(1) Les feuilles de cette plante détruisaient, dans le même temps, quatre fois leur volume de gaz oxigène.

elle a détruit cent trente-cinq fois son volume de gaz oxigène.

La quatrième portion pesant 3 grammes ne renfermait que la partie du chaton qui porte les organes femelles ; elle a détruit dix fois son volume de gaz oxigène.

Si l'on ajoute les quantités de gaz oxigène détruites par chacune de ces sections, l'on trouve que la fleur entière aurait dû détruire neuf fois et un quart son volume de gaz oxigène, tandis que la fleur non mutilée en a détruit treize fois son volume. Ces résultats montrent que les fragmens de l'*arum* ont, en grande partie, une action indépendante les uns des autres, ou qui ne présente pas un contraste très-frappant avec celle de leur réunion naturelle.

Puisque la chaleur des *arum* est accompagnée d'une destruction extraordinaire de gaz oxigène, et que cette destruction se trouve jusqu'à un certain point subordonnée, soit à la température des différens *arum*, soit à celle des différentes parties de la même fleur, on peut présumer que la prompte combinaison de l'oxigène avec le carbone du végétal est la cause de leur effet calorifique, et qu'elle pourrait être employée à la reconnaître dans les fleurs dont les organes génitaux sont trop petits pour l'indiquer directement.

J'ai cherché dans ce but, par des épreuves répétées, l'action des organes génitaux de plusieurs fleurs sur l'air, en ne leur laissant que les étamines, le pistil et le réceptacle pourvu d'un court pédoncule qui trempait dans l'eau ; on a fait abstraction de ce dernier pour l'estimation du volume des parties qui agissaient sur l'air : cette esti-

mation a été prise d'après leurs poids, ainsi que je l'ai dit précédemment.

Les fleurs entières de la giroflée, *cheiranthus incanus*, variété rouge, ont détruit onze fois et demie leur volume de gaz oxigène dans vingt-quatre heures, tandis que les organes sexuels ont détruit dix-huit fois leur volume de ce gaz.

Les fleurs entières de capucine, *tropæolum majus*, ont détruit, dans les circonstances précédentes, 8, 5 de gaz oxigène, tandis que les organes sexuels en ont détruit 16, 3.

La fleur de millepertuis, *hypericum calycinum*, a détruit, par le même procédé, 7, 5 de gaz oxigène, tandis que les organes génitaux en ont détruit 8,5.

La fleur de l'*hibiscus speciosus* a détruit, dans les douze heures de sa floraison, 5,4 de gaz oxigène, tandis que les organes sexuels en ont détruit 6, 3.

Une fleur mâle de courge, *cucurbita melo-pepo*, a détruit, entre sept heures du matin et cinq heures du soir, 7, 6 de gaz oxigène, tandis que les étamines en ont détruit 16. Cette différence ne s'observe pas dans les fleurs femelles.

Une fleur de cobée, *cobæa scandens*, a détruit, dans vingt-quatre heures, 6, 5 de gaz oxigène, tandis que les organes génitaux en ont détruit 7, 5.

Je n'ai pas trouvé de différence notable entre la destruction du gaz oxigène par les organes génitaux et par les fleurs entières, dans le lis blanc et dans le *passiflora serratifolia*; mais ces fleurs ne fructifiaient pas sur le sol qui les avait fait croître.

Il paraît résulter de ces expériences, que l'action intense des organes génitaux des *arum* sur l'air est un phénomène rare, ou fort inférieur pour l'intensité à l'effet des autres fleurs, mais que cette action est cependant subordonnée à un résultat commun à la plupart d'entr'elles ; c'est que les étamines, adhérentes à leur base (1) et au réceptacle, détruisent, au moment de la fécondation, plus d'oxigène que les autres parties de la fleur.

L'observation d'une plus grande destruction de gaz oxigène par les fleurs à l'époque de leur entier développement s'appuie sur les résultats suivans :

Une fleur de *passiflora serratifolia* en bouton a détruit six fois son volume de gaz oxigène, dans les douze heures qui ont précédé l'épanouissement. Cette destruction, dans le même temps, était égale à 12, par une fleur semblable épanouie. Elle n'en a détruit que 7 dans les douze heures suivantes en se flétrissant.

---

(1) Les étamines de la courge s'élèvent sur une base large et convexe qui est leur prolongement ; sa présence, jointe à celle du réceptacle, augmente la destruction du gaz oxigène ; elles détruisaient, avec cette base et le réceptacle, dans dix heures, 16 de ce gaz ; tandis qu'à poids égal, elles n'en détruisaient que 11,7 sans ces supports.

Comme le volume des étamines dans la courge est très-petit relativement à celui de la fleur entière, on n'obtient qu'une différence peu marquée entre les volumes du gaz oxigène détruit par une fleur entière et par une fleur de la même espèce, dont on a coupé les étamines au-dessus de leur base, qui peut continuer à produire un grand effet sur l'air.

Une fleur d'*hibiscus speciosus* en bouton, mise en expérience deux jours avant son épanouissement, a détruit, dans vingt-quatre heures, six fois son volume de gaz oxigène. La même espèce de fleur, introduite dans un récipient au moment où elle venait de s'ouvrir, a consumé, dans le même temps, 8,7 de gaz oxigène. Elle n'en a détruit que 7, en faisant l'expérience sur une fleur qui venait de se fermer en se flétrissant.

Une fleur mâle de courge en bouton a détruit, dans vingt-quatre heures, 7,4 de gaz oxigène; elle en a détruit 12 dans le même temps, en commençant l'expérience à l'époque de l'épanouissement. Cette destruction était égale à 10, par une fleur qui commençait à se flétrir.

Ces observations ne peuvent être faites que sur des fleurs qui ont, comme les précédentes, un règne bien déterminé.

Les fleurs simples ont consumé, à volume égal, plus d'oxigène que les fleurs doubles de la même espèce (1). Ces résultats se rallient peut-être aux précédens, en montrant une destruction particulière de ce gaz pendant la fécondation. La durée des fleurs pourrait aussi dépendre de cette destruction qui les décompose elles-mêmes; car le règne de celles qui sont simples est ordinairement plus court que celui des doubles.

Dans la plupart des fleurs monoïques soumises à mes recherches, les fleurs mâles ont détruit, à volume égal, plus d'oxigène que les femelles, qui en consument quel-

---

(1) *Voyez* le tableau déjà cité.

quefois moins que les feuilles. On a vu la différence qui a lieu, à cet égard, entre les parties mâles et femelles du gouet serpentaire. Voici les résultats obtenus avec d'autres fleurs :

Fleurs de courge (cucurbita melo-pepo) mises en expérience pendant dix heures.

Le gaz oxigène consumé par les fleurs mâles est égal à 7,6 ;
par les fleurs femelles..... 3,5 ;
par les étamines séparées de leur base..... 11,7 ;
par les pistils séparés de l'ovaire..... 4,7.

Chatons de massette (typha latifolia) en expérience pendant vingt-quatre heures.

Le gaz oxigène consumé par deux chatons, l'un mâle, l'autre femelle, sur le même axe, est égal à..... 9,8 ;
par les chatons mâles..... 15 ;
par les chatons femelles... 6,2.

Fleurs de blé de Turquie (zea mays) en expérience pendant vingt-quatre heures.

Le gaz oxigène consumé par les panicules de fleurs mâles est égal à..... 9,6 ;
par les épis femelles pourvus de leur tunique... 5,2.

Je n'ai pas trouvé que les chatons mâles de châtaignier détruisissent plus de gaz oxigène que les femelles; mais, quoique cette exception puisse n'être qu'apparente en dépendant de l'axe du chaton qui est (relativement au poids de ces fleurs) plus considérable dans les mâles que dans les femelles, il faudra un grand nombre d'expériences pour établir la règle que ces résultats paraissent indiquer, et je les poursuivrai dans la suite.

J'exposerai maintenant les recherches immédiates qui ont pour but de reconnaître si d'autres fleurs (1) que l'*arum* ont une chaleur propre. Les résultats précédens annoncent indirectement que celle qu'elles pourraient avoir doit être en général beaucoup plus faible : il est probable d'ailleurs que, dans le cas contraire, on n'eût pas manqué de la remarquer dans les fleurs qu'on se plaît si communément à sentir.

J'ai soumis à l'expérience d'un thermoscope non-seulement toutes les fleurs citées dans cette notice, mais plus de soixante autres qui, par leur forme, leur réu-

---

(1) M. Bory de Saint-Vincent (*Journal de Physique*, t. LIX) ayant appliqué de petites lames de beurre de cacao sur les étamines du *pandanus utilis*, et de quelques fleurs non spécifiées de la famille des balisiers, a trouvé qu'elles y laissaient une impression due à la fusion de ce beurre. La preuve qu'il a donnée ainsi de leur chaleur était trop incertaine pour qu'on ait pu l'admettre. L'effet annoncé pouvait dépendre de la présence d'une huile essentielle ou d'une cause analogue. L'application d'un corps gras sur des parties herbacées ne convient pas aux expériences de ce genre.

nion, leur grandeur, leurs organes génitaux, paraissaient propres à manifester de la chaleur, et je ne l'ai constatée par des épreuves répétées que dans trois genres dont je m'occuperai bientôt.

Ce thermoscope (décrit par M. Pictet, dans son *Essai sur le Feu*, p. 67) a la forme d'un thermomètre ordinaire à boule et plein d'air : son tube, ouvert supérieurement à l'air libre, contient une goutte d'eau ou d'alcool coloré qui se meut par la dilatation de l'air renfermé dans la boule; celle-ci avait, pour mes expériences, un diamètre de 9 millimètres, et le liquide parcourait un espace de 2 centimètres par une différence de *un* degré du thermomètre centigrade. On peut facilement donner plus de sensibilité à ce thermoscope; mais elle n'ajoute rien à la certitude des résultats dont il s'agit ici, parce qu'ils sont alors trop influencés par des circonstances accidentelles.

Pour observer si les fleurs ont une chaleur propre, je les transporte dans un lieu abrité où la température est constante, et je les y laisse assez long-temps pour qu'elles s'y conforment; car elles suivent ordinairement de très-près celle de l'air environnant. Les épis femelles de maïs, les fleurs d'artichaut, de tournesol, acquièrent accidentellement au soleil, en raison de la grandeur et de l'épaisseur de leur réceptacle, une chaleur sensible au toucher, et qui exige souvent plus d'une heure pour disparaître entièrement. Je mets, autant que je le puis, la boule du thermoscope en contact avec les parties les plus intérieures de la fleur, sans la mutiler; celle-ci et l'instrument sont fixés sur des supports séparés et mobiles qui

servent à interrompre ou à maintenir ce contact à une certaine distance de l'observateur.

Un grand nombre de fleurs, bien loin d'être chaudes, sont plus froides que l'air, en raison de leur évaporation (1).

De la chaleur des fleurs de courge. Ces fleurs tiennent, entre celles dont je vais m'occuper, le premier rang par la constance de leur chaleur. Lorsqu'après les précautions indiquées plus haut on applique légèrement, entre sept et dix heures du matin, la boule du thermoscope sur la base des étamines inhérentes à une fleur de courge à gros fruit, *cucurbita melo-pepo*, récemment épanouie (2), et cueillie sur une jeune plante, on ob-

---

(1) Cette évaporation cause souvent une illusion qui, dans des essais rapprochés les uns des autres, fait paraître chaudes des fleurs qui ne le sont pas. Elles déposent sur le thermoscope une liqueur visqueuse, imperceptible, qui n'agit pas sur l'instrument tant qu'il reste en contact avec la fleur : lorsqu'on les sépare, il se refroidit par l'évaporation de cet enduit ; mais si on les rapproche avant qu'elle soit achevée, il indique un réchauffement qui est dû seulement à l'interruption de cette évaporation.

(2) Ces fleurs sont très-délicates, et elles souffrent souvent par leur transport dans le lieu abrité où il faut éprouver leur chaleur. On peut éviter cet inconvénient en cueillant leurs boutons la veille du jour où ils doivent s'ouvrir, et en les mettant tremper par leur pédoncule dans de l'eau ; leurs fleurs s'épanouissent ainsi dans la chambre où elles sont soumises à l'épreuve du thermoscope.

tient fréquemment une élévation de température qui fait parcourir à la liqueur de cet instrument un espace de 8 ou 10 millimètres (demi-degré centigr.). Je l'ai vu s'élever au double de cette quantité.

J'ai quelquefois éprouvé trente fleurs mâles de courge sans en rencontrer une seule qui ne fût pas chaude. Lorsque les plantes sont vieilles et que leurs feuilles commencent à se couvrir de blanc, la chaleur de ces fleurs est moins commune; elle m'a paru nulle quand elles avaient été exposées à la pluie ou aux brouillards : elle est plus saillante entre le 20° et le 15° centigr. qu'à une température supérieure.

Lorsqu'on a coupé les étamines des fleurs de courge au-dessus de leur base, cette dernière et le fond de la corolle restent chauds; mais je n'ai point trouvé de chaleur aux étamines séparées de la corolle, quoiqu'elles fussent pourvues du réceptacle.

Les fleurs femelles de la courge à gros fruit ont aussi une chaleur propre; elle m'a paru plus faible que celle des mâles, environ dans le rapport de trois à deux.

Des boutons de fleurs de courge prêts à s'épanouir, et des fleurs de courge flétries depuis dix-huit heures, peuvent offrir un dégagement de chaleur; mais ces effets sont très-rares.

Les fleurs d'une autre espèce de courge, le pépon (*cucurbita pepo*), et principalement les variétés connues sous les noms de *gourgoulette* et de *bonnet d'électeur*, ont aussi une chaleur propre; elle est moins forte que celle de la courge à gros fruit, probablement parce que cette dernière est plus grande.

Je n'ai pu découvrir aucune chaleur dans les feuilles de courge, non plus que dans celles des autres plantes.

Chaleur des fleurs de bignone de Virginie (*bignonia radicans*). La boule du thermoscope, introduite dans l'intérieur de leur corolle jusqu'à l'endroit où elle se rétrécit en forme de tube, a plusieurs fois éprouvé une élévation de température, correspondant à un centimètre sur mon instrument, ou à un demi-degré centigr.; mais le plus souvent elle était moindre. Elle ne s'est manifestée que pendant le mois de juillet et la première quinzaine d'août; les bignones qui se sont épanouies après ce terme n'étaient plus chaudes.

Ces fleurs recèlent au fond de leur corolle une liqueur sucrée qui empêche quelquefois, par sa surabondance, le développement de leur chaleur : lorsqu'on a extrait cette eau avec du papier brouillard, en le plongeant au fond de la corolle jusqu'à ce qu'il en sorte sec, elles produisent souvent un effet qui n'était pas sensible auparavant.

Plusieurs insectes, avides de cette liqueur, percent la corolle avant qu'elle soit épanouie, et lui ôtent, en la rongeant à sa base, la faculté d'être chaude, quoique la fleur mutilée paraisse en pleine végétation.

Les bignones de Virginie ne végètent point à l'aide de l'eau dans laquelle on les met tremper; leurs boutons n'y font aucun développement; mais, quoique séparées de leur plante, et sans eau alimentaire, les fleurs conservent souvent à l'air libre leur chaleur pendant plus de quatre heures.

J'ai vu des fleurs chaudes de bignone qui, après avoir

séjourné pendant vingt-quatre heures sous des récipiens fermés et pleins d'air, manifestaient à leur sortie une chaleur beaucoup plus forte qu'avant leur introduction dans ces vases : la différence de température était dans le rapport de six à un. Elles conservent leur port ou leur vigueur dans cette circonstance (1), tandis qu'à l'air libre ces fleurs, séparées de la plante, se flétrissent au bout de sept ou huit heures. Il conviendrait de rechercher si la clôture n'arrête ou ne suspend pas le développement de la chaleur. Les résultats précédens ont été obtenus dans un volume d'air égal à deux cents fois celui de la fleur.

Les bignones ne consument que très-peu de gaz oxigène : je ne leur en ai vu détruire au plus que six fois

---

(1) Ce résultat n'est pas extraordinaire : la plupart des autres fleurs, surtout celles dont le règne n'est pas assujetti aux époques fixes d'un jour ou d'une nuit, durent plus longtemps sous un récipient plein d'air et fermé par l'eau qu'à l'air libre. La différence est d'autant plus grande que la température est plus basse. Une fleur de *passiflora quadrangularis* qui trempe dans l'eau commence à se fermer, au bout de deux jours, à l'air libre, à 10 centigr. ; tandis que sous un récipient qui contient quatre litres d'air, fermés par l'eau, elle se conserve épanouie pendant dix jours au moins. Les peintres pourraient profiter de cette observation ; mais, comme je l'ai dit, elle ne s'applique pas également à toutes les fleurs : ainsi, l'on ne prolonge pas beaucoup, par ce moyen, le règne du *passiflora serratifolia*, du *cactus grandiflora*, de l'*hibiscus speciosus* et du *cucurbita melopepo*.

leur volume dans vingt-quatre heures, quoique la chaleur de ces fleurs eût été constatée avant l'expérience. Cette destruction a continué d'être faible, proportionnellement au temps, lorsque leur séjour sous le récipient n'a été que de six heures.

Comme les étamines des bignones sont anastomosées avec la corolle dans une grande partie de leur longueur, je n'ai pu faire sur la différente influence de ces organes aucune épreuve concluante. Les bignones auxquelles j'ai retranché la partie des étamines qui est libre ont conservé leur chaleur; le calice séparé de la corolle, et adhérent seulement au pistil, la produisait aussi; mais elle était beaucoup moindre que celle de la corolle.

Chaleur de la tubéreuse (*polyanthes tuberosa*). La boule du thermoscope, appliquée sur l'orifice de la corolle de ces fleurs tant simples que doubles, a souvent éprouvé une élévation de température qui faisait parcourir à la liqueur de l'instrument un espace de six à sept millimètres, correspondant à 0°, 3 centig.

La propriété calorifique des tubéreuses m'a paru moins commune que dans les genres précédens, et je ne l'ai observée que parmi les fleurs qui s'épanouissaient les premières sur leur tige, à la base de l'épi; celles du milieu et du sommet étaient froides.

La tubéreuse est une des fleurs sur lesquelles on a vu paraître des éclairs. On peut présumer que ce phénomène dépendait d'une faculté calorifique plus exaltée, jointe à la présence d'une huile essentielle.

Ici se termine l'énumération des fleurs où j'ai pu reconnaître une production de chaleur. Leur nombre est

très-petit relativement à celui des espèces qui m'ont paru froides; mais je ne doute pas que la proportion de ces dernières ne soit fort diminuée lorsqu'on les aura soumises à un examen plus répété (1). La chaleur que j'ai trouvée aux fleurs de courge, de bignone et de tubéreuse pourrait être facilement contestée si l'on n'observait pas rigoureusement les précautions indiquées pour l'observer et si les essais n'étaient pas variés relativement à la saison, au sol, au climat et à la vigueur de la plante. Nous avons vu que ces conditions devaient être observées, même à l'égard des *arum*.

En comparant les *arum* très-chauds avec les fleurs froides ou légèrement chaudes, dans leur action sur l'air, on a pu présumer que la combinaison du gaz oxigène et du carbone était la seule source de la chaleur végétale; mais quand on compare l'effet des fleurs froides avec celui des fleurs qui ne sont que faiblement chaudes, on trouve que la combinaison de l'oxigène, ou la formation de l'acide carbonique, peut être seulement une cause secondaire de la chaleur, et qu'une détermination précise à ce sujet serait prématurée.

L'effet calorifique des fleurs est assez modifié par des circonstances indéterminées (telles que l'évaporation, le

---

(1) Parmi les fleurs que j'ai éprouvées, il y en a trois espèces dont la chaleur m'a paru douteuse, parce que je ne l'ai obtenue qu'une ou deux fois. Ces trois fleurs sont : la giroflée semi-double des jardins, *cheiranthus incanus*; le jasmin d'Arabie semi-double, *nyctantes sambac*, et les premières fleurs frugifères du bananier, *musa paradsiàca*: je n'ai examiné qu'une seule plante de cette dernière espèce.

rayonnement, la faculté conductrice, la distance ou le plus ou moins de contact entre le foyer calorifique et le thermoscope) pour qu'on puisse admettre qu'une fleur qui paraît froide possède une source de chaleur aussi abondante qu'une autre fleur qui est chaude à un faible degré : nous ignorons encore si les quantités de gaz oxigène détruites à l'air libre par différentes fleurs, suivent toujours une marche à-peu-près proportionnelle en vase clos; mais, si l'on négligeait ces considérations pour ne s'attacher qu'aux apparences, l'on trouverait que la combinaison du gaz oxigène avec le carbone n'est pas la seule source de la chaleur des fleurs, parce qu'il y en a de telles que la bignone et la fleur femelle de courge, qui bien qu'elles soient chaudes, consument moins d'oxigène que d'autres fleurs qui sont froides, comme le chaton mâle de massette, et le *passiflora serratifolia.*

Nous remarquerons que c'est surtout par la comparaison des fleurs froides avec les fleurs dont la chaleur est faible, telles que la bignone, etc., qu'on pourrait reconnaître l'insuffisance de la destruction du gaz oxigène comme cause unique de leur chaleur, parce que celle-ci peut être sensible, et cependant assez modérée pour ne pas changer notablement l'influence que tout végétal exerce ordinairement sur l'air; tandis que dans les fleurs très-chaudes (comme le sont certains gouets) la destruction d'une quantité considérable de gaz oxigène est un effet nécessaire de leur grande chaleur.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 4 novembre 1822.

M. Lamouroux adresse un Mémoire sur les Animaux du *tubipora musica.*

M. Lescan soumet au jugement de l'Académie un Supplément à son *Traité de Navigation.*

M. Martillat de Clermont-Ferrand annonce une découverte relative aux machines à vapeur qu'il croit digne du prix de mécanique.

M. Paulet adresse un Traité *sur les Plantes et les Animaux* dont Virgile a parlé.

L'Académie nomme au scrutin la Commission de six membres pris dans les Sections mathématiques, qui aura à présenter des sujets pour la place de secrétaire perpétuel, vacante par la mort de M. Delambre. Les commissaires qui ont obtenu le plus de voix sont : MM. Laplace, Legendre, Arago, de Rossel, Prony et Lacroix.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire présente un Mémoire *sur une Cause unique et générale des monstruosités*, et en lit la première partie intitulée : *De la Monstruosité considérée dans ses rapports avec la question de la préexistence des germes.*

La Commission nommée dans la dernière séance présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place d'associé étranger actuellement vacante :

MM. Wollaston, Berzelius, Olbers, Thomas Young, Dalton, de Buch, Brown, Sœmmering.

On discute les titres des candidats.

Séance du lundi 11 novembre.

M. Laudier, ancien officier du Génie, adresse un tarif des nouvelles mesures pour le jaugeage.

M. Lestiboudois envoie un Mémoire *sur la Structure des tiges monocotylédones.*

M. Delille lit une Description du *beninaza cerifera*, nouveau genre de la famille des cucurbitacées.

On donne lecture du Mémoire que M. Lamouroux avait déposé dans la dernière séance, *sur les Animaux du tubipora musica*, et d'un Mémoire de M. Desvaux intitulé : *Des Appareils de reproduction dans les acotylédones, et de l'uniformité de ces appareils malgré leur dissemblance apparente.*

L'Académie va au scrutin pour l'élection d'un associé étranger : la Commission avait présenté M. Wollaston au premier rang, et M. Berzelius au second ; après deux tours de scrutin, M. Berzelius a obtenu la majorité des suffrages. Cette élection sera soumise à l'approbation du Roi.

La Commission nommée dans la dernière séance pour désigner des candidats à la place vacante par la mort de M. Delambre, annonce qu'elle présente sur le même rang, mais d'après l'ordre d'âge, MM. Fourier, Biot et Arago.

M. Arago déclare que c'est contre son gré qu'il a été présenté par la Commission ; il ajoute que les fonctions dont il est actuellement chargé ne lui permettraient pas d'accepter un nouvel emploi aussi assujettissant que celui de secrétaire de l'Académie.

M. Dupin, au nom de la Section de Mécanique, présente un rapport très-détaillé sur les moyens de rendre moins fréquens les versemens des voitures publiques.

Ce rapport, rédigé sur la demande de S. E. le Ministre de l'Intérieur, lui sera adressé, revêtu de l'approbation de l'Académie.

L'Académie s'occupe aussi, en comité secret, de quelques mesures relatives aux legs de M. de Montyon.

Séance du lundi 18 *novembre.*

M. Dutrochet adresse un Mémoire *sur la Direction que prend une aiguille aimantée placée à la circonférence d'un cercle qui tourne sur son centre.*

M. Barrio réclame un rapport *sur le projet de boulet à lames* qu'il a présenté depuis long-temps, et dont, suivant lui, on pourtait tirer grand parti à la mer.

L'Académie va au scrutin pour l'élection d'un secrétaire perpétuel. Sur 48 votans, M. Fourier réunit 38 suffrages et M. Biot 10. L'élection de M. Fourier sera soumise à l'approbation du Roi.

M. Dupetit-Thouars lit un Mémoire sur le Genre, proposé par M. Delille dans la dernière séance.

M. Girard lit un Mémoire *sur la Résistance de la fonte de fer,* soit qu'on l'emploie dans la construction des tuyaux de conduite ou dans celle des chaudières des pompes à feu. (Nous publierons ce Mémoire.)

Le Mémoire de M. Girard ayant donné lieu à une discussion sur les avantages comparatifs des machines à haute et à faible pression, l'Académie charge une Commission composée de MM. Laplace, Gay-Lussac, Girard,

Ampère et Dupin de faire des expériences sur cet objet.

Séance du lundi 25 novembre.

Le Ministre de l'Intérieur invite l'Académie à rédiger une instruction sur la construction des paratonnerres que l'Autorité se propose de faire placer dans les principaux clochers des églises.

MM. Périer frères annoncent que leurs ateliers sont à la disposition de l'Académie pour les expériences qu'elle a projetées sur les machines à vapeur à haute pression.

M. l'abbé Halma, qui ignorait probablement le résultat de l'élection faite dans la dernière séance, demande la place de M. Delambre.

M. Ampère annonce que la démonstration de la théorie des parallèles que M. Cockburn a adressée à l'Académie, ne remplit pas son but.

M. Arago, en attendant le rapport écrit, rend un compte verbal d'un Mémoire de M. Fresnel, *qui renferme la découverte d'un nouveau genre de polarisation de la lumière.*

L'Académie a entendu ensuite un Mémoire de M. Brun-Neergaard *sur les Tourmalines;* le Mémoire de M. Dutrochet, qui avait été déposé dans la dernière séance, et une Dissertation de M. Moreau de Jonnès *sur les Ouragans des Antilles.*

Nouvelles *Observations relatives à la température de la Terre.*

Il résulte, d'une nombreuse suite d'observations rapportées dans divers volumes des *Annales*, que la température des galeries de mines est d'autant plus grande qu'elles sont plus profondes. Ce résultat est incontestable, et a déjà conduit les géomètres à d'importantes conséquences sur la constitution du globe. Quelques observateurs ne voient, il est vrai, dans cette augmentation de température, que l'effet de la présence des ouvriers; or, quoiqu'il paraisse suffisant, pour réfuter cette opinion, de remarquer que la cause accidentelle de chaleur qu'elle suppose produirait tout autant d'effet à 50 qu'à 100 toises de profondeur, il n'en est pas moins utile de beaucoup varier les observations : car on n'a aucun autre moyen de se rendre indépendant des effets fortuits que peuvent produire les circonstances accidentelles. Nous devons donc espérer que les lecteurs accueilleront avec intérêt les résultats que nous allons leur présenter : ils ont été puisés dans un Mémoire que M. R. W. Fox a communiqué récemment à la Société géologique de Cornouailles.

Un thermomètre enfoncé dans le roc jusqu'à la profondeur de 3 pieds, dans la mine de Dolcoath, s'est constamment maintenu au même degré pendant *dix-huit* mois consécutifs; ce thermomètre était au-dessous de la surface du sol de

230 fathoms; il marquait + 24°,2 centigrades.

L'eau des infiltrations et des sources, pour chaque galerie de mine, est ordinairement conduite dans un puisard d'où elle est journellement extraite et amenée à la surface par des pompes que des machines à vapeur mettent en jeu. Les nombres suivans expriment la température du liquide dans les puisards de diverses mines :

Mine de cuivre de *South huel Towan*; l'eau d'une galerie, dans laquelle deux ouvriers travaillent constamment, se rend au puisard qui est au-dessous de la surface du sol, de

45 fathoms; la température = + 15°,6 centigrades.

Mine de cuivre d'*East Liscomb* (Devonshire) :

82 fathoms; température = + 17°,8.

Mine de cuivre et d'étain d'*Huel Unity Wood*, dans la paroisse de *Gwennap*. Il n'y a que quatre ouvriers dans la galerie dont les eaux se rendent au puisard :

86 fathoms; température = + 17°,8.

Mine de plomb de *Beer Alston* (Devonshire) :

120 fathoms; température = + 19°,2.

Mine de cuivre et d'étain de *Poldice*, dans la paroisse de *Gwennap*. Au niveau de la galerie inférieure on a creusé deux puisards. Huit ou dix ouvriers travaillent constamment près du premier; dans le voisinage de l'autre, il y en a seulement deux. Voici les températures des eaux que ces deux puisards reçoivent :

1er. 144 fathoms; thermomètre = + 25°,6;
2e. 144 fathoms; thermomètre = + 26°,7.

Mine de cuivre de *Gwennap*. Deux puisards, comme dans la précédente; six ouvriers près du premier; huit près du second:

1er. 150 fathoms; thermomètre = + 24°,4 centig.;
2e. 150 fathoms; thermomètre = + 26°,7 centig.

Mine de cuivre de *Huel Friendship* (Devonshire). Il y a très-peu d'eau dans la galerie et dans le puisard:

170 fathoms; thermomètre = + 18°,0 centig.

Cette température, quoiqu'elle soit de 8° plus élevée que la température moyenne du Devonshire, est fort petite quand on la compare à celle des autres mines de même profondeur. La différence ne tiendrait-elle pas à ce que *Huel Friendship* est situé sur un sol déjà très-élevé touchant aux montagnes granitiques de *Dartmoor*?

Il ne faut pas s'attendre que, dans les mines à moitié inondées et où on ne travaille plus, comme dans toutes celles dont nous parlerons dans ce paragraphe, le liquide sera à des températures aussi élevées que celles qu'on vient de voir, attendu que les eaux des couches supérieures se mêlent alors avec les eaux des galeries les plus profondes.

A la mine de cuivre de *North Huel Virgin* (paroisse de Sainte-Agnès), le niveau de l'eau est au-dessous de la surface du sol de

39 fathoms; température = + 15°,6 centig.

Dans la mine de cuivre de *Nangiles* (paroisse de *Kea*), également inondée, l'eau est à

88 fathoms; la température à + 14°,4 centig.

Dans une mine de cuivre de *Gwennap*, située sur un plateau élevé de 480 pieds au-dessus de la mer, et qui a 170 fathoms de profondeur totale, l'eau est maintenant au-dessous de la surface du sol de

100 fathoms; température = + 15°,6 centig.

Dans la mine de cuivre de *Huel Maid*, il n'y a pas de pompes d'épuisement; mais le travail ayant repris dans les mines voisines, l'eau s'y est aussi abaissée, et il n'en reste plus que 30 fathoms; son niveau est au-dessous de l'entrée de

126 fathoms; le thermomètre y marque + 15°,6 centig.

Les travaux des ouvriers dans la mine de cuivre et d'étain de *Tincroft* (paroisse de *Camborn*) furent interrompus *pendant plusieurs mois*, à la suite d'un dérangement dans les machines d'épuisement. Avant que ces travaux recommençassent, M. Fox détermina la température de l'eau quand il n'en restait plus dans la mine que 10 fathoms; la distance de son niveau au sol était alors de

126 fathoms; la température de + 17°,2 centig.

A la suite d'un semblable accident, dans la mine de *Ting-Tang*, l'eau s'y éleva aussi beaucoup; mais quelque temps après, on parvint à s'en rendre maître. Il en

restait encore 10 fathoms, lorsqu'on en mesura la température : la profondeur était

107 fathoms; le thermomètre marquait + 17°,5 centig.

Dans les *United Mines*, quand M. Fox les visita, il y avait depuis douze mois 30 fathoms d'eau; la distance du niveau du liquide à la surface du sol était

180 fathoms; la température de + 26°,7 centig.

Dans les *United Mines*, il y a une source abondante, à la même profondeur de

180 fathoms; le thermomètre y marque + 30°,5 centig.

Cette dernière observation a été faite dans l'année actuelle; en 1820, on avait trouvé 0°3 de plus; alors on comptait chaque jour, dans les diverses parties de la mine, quatre cents ouvriers durant huit heures, et cinquante pendant les seize heures restantes. En 1822, le nombre total d'ouvriers travaillant pendant huit heures était réduit à deux cents; mais il en restait cinquante, comme en 1820, durant les deux autres tiers de la journée.

Quoiqu'il soit naturel de supposer que les causes accidentelles modifieront les températures des galeries des mines d'autant plus sensiblement que ces galeries seront creusées à de moindres profondeurs; quoiqu'on doive d'après cela s'attendre à trouver de fréquentes irrégularités dans des observations comparatives faites à diverses distances du sol, il n'en est pas moins curieux de présenter en regard toutes les déterminations de ce genre obtenues dans une même contrée. Voici les noms

des mines où M. Fox est descendu pour former le tableau suivant :

South Huel Towan, *East Liscomb*, *Huel Unity Wood*, *Beer Alston*, *Poldice*, *the Consolidated Mines*, *Huel Friendship*, *the United Mines*, *Treskerby*, *Huel Damsel*, *Ting-Tang*, *Huel Maid*, *Nangiles*, *North Huel Virgin* et *Tresavean*; les quatre dernières mines ayant été en partie remplies d'eau pendant plusieurs années, j'ai marqué d'un astérisque les températures qu'on y a observées.

Profondeurs en fathoms.	Degrés centigrades de température.
20	eau + 14°,4. air + 13,3.
30	eau + 12,8; + 17,8. air + 13,3; + 14,4.
40	eau + 13,3; + 15,6; + 12,2; + 12,2*; + 13,3*; + 13,3*; + 15,6*. air + 13,9; + 15,6; + 15,6; + 12,8*; + 13,9*; ..... + 15,6*.
50	eau + 15,6; + 15,6; + 15,6; + 15,6. air .... + 14,4; + 14,4.
60	eau + 15,6; + 16,7; + 15,6; + 14,4; + 14,4*. air + 16,1; + 16,7; ..... + 15,6; + 15,9*.
70	eau + 16,1; + 14,4*; + 14,4*; air + 16,1; + ... + 15,0*.
80	eau + 17,8; + 17,8; + 16,7; + 15,0*; air + 18,3; + 17,8; + 17,8 .....
90	eau + 17,8; + 18,9; air + 16,7; + 19,4.

Profondeurs en fathoms.	Degrés centigrades de température.
100	eau + 18,3 ; + 15,6 * ; + 15,6 * ; air + 18,9 ; + ... + 13,3.
110	eau + 17,8 ; + 18,9 ; + 17,8 ; air + 18,3 ; + 18,9 .....
120	eau + 19,0 ; + 18,9 ; air + 20,0 ; + 20,0.
130	eau + 18,9 ; + 22,2 ; + 23,3 ; + 23,3 ; + 17,2 ; + 22,2 ; + 20,0 ; + 15,6 *. air + ... + 22,7 ; + 23.3 ; ..... + 16,7 ; + 22,7 ; + 21,1 ; + 14,4 *.
140	eau + 25,5 ; + 21,1 ; + 26,7 ; + 22,2 ; air + 25,5 ; + 22,2 ; + 27,1 ; + 23,8.
150	eau + 24,4 ; + 26,7 ; air + 22,2 ; + 26,7.
160	eau + 18,9 ; air + 22,8.
170	eau + 18,0 ; + 25,0 ; + 28,9 ; air + 18,9 ; + 24,4 .....
180	eau + 22,2 ; + 20,5 ; + 30,0 ; + 30,5 ; air + 23,3 ; + 22,2 ; + 31,0 .....

Pendant long-temps on avait attribué les hautes températures des galeries des mines à l'action des pyrites. Cette explication est maintenant abandonnée ; mais les physiciens qui persistent encore à nier que la terre ait une chaleur propre, croient trouver dans la présence des ouvriers et dans le calorique développé par les lampes dont ils se servent, la cause toute naturelle des résultats que les observations ont fourni. Il nous paraît qu'il serait difficile de concilier cette opinion avec l'ensemble

des déterminations concordantes rapportées tome XIII, attendu que quelques-unes d'entre elles ont été obtenues dans des mines abandonnées depuis long-temps. Pour le moment, nous nous contenterons de faire remarquer que l'on comptait peu d'ouvriers dans plusieurs des mines récemment examinées par M. Fox, et que dans celles où il y en avait un grand nombre, c'était surtout dans le milieu de la profondeur et non pas dans le fond même de la mine qu'ils se trouvaient réunis.

Avant de terminer cet article, je vais encore faire connaître, d'après M. Fox, la température de l'eau sur les différentes branches de ce grand canal qui traverse le district de Cornouailles, où les mines sont si rapprochées, dans une étendue de 30 milles (10 lieues), reçoit les produits des épuisemens, et verse ensuite, au-dessus de la vallée de Carnon, 1400 pieds cubes d'eau par minute, ou environ 60000 tonnes par jour.

A l'embouchure du grand canal, l'eau était à + 20°,7 centigr.

Un petit canal, qui se jette dans le grand à un mille environ de son embouchure, reçoit les eaux des *United* et *Consolidated Mines*, de *Huel Squire*, *Ting-Tang*, *Huel Maid* et *South Huel Jewel*. La profondeur moyenne de ces mines est de 150 à 160 fathoms; la température de l'eau qu'on en tire, prise dans le canal à une demie lieue des mines, était..... + 23°,0 c.

Les mines de *Poldice*, *Huel Unity*, *Huel Unity Wood*, *Huel Damsel*, *Huel Park*, *Rose Lobby*, *Huel Hope*, *Huel Gorland*, *Huel Jewel* et *Huel Clinton*,

ont une profondeur moyenne de 110 à 120 fathoms; les eaux qui en proviennent, après leur réunion dans un même canal, ont, à la distance de $\frac{1}{3}$ de lieue des mines principales, une température de... + 19°,2 centig.

Enfin les eaux réunies de *Treskerby*, *Huel Chancer*, *Chacewater*, *North Downs*, *Creegbraws*, *Huel Boys*, *Cardrew*, avaient une température de + 18°,3 centig.

Ces dernières mines ont une profondeur moyenne de 100 à 110 fathoms.

(Toutes ces températures ont été prises à une même époque. Je voudrais bien pouvoir indiquer ici le jour ou du moins le mois; mais le Mémoire, tel qu'il est imprimé dans les *Annals of Philosophy*, ne le fait pas connaître.)

M. Fox rapporte encore, dans son Mémoire, le fait suivant, qui me paraît mériter d'être conservé: il existe à Londres, dans le faubourg de Southwark, une immense brasserie appartenant à M. Barclay. On creusa, naguère, un puits dans une des cours de cet établissement; mais on ne trouva d'eau qu'après avoir traversé, à la profondeur de 140 pieds, le banc de craie sur lequel repose le sol de la capitale; alors le liquide s'éleva rapidement dans le puits. Sa température, qui était de + 12°,2 centigrades, n'a pas varié depuis: elle est la même dans toutes les saisons de l'année. Or, la température moyenne de Londres, d'après Luke Howard, n'est que de + 9°,7 centigrades. M. de Humboldt la porte, il est vrai, à + 10°,2; mais ce serait encore 2° de moins que la température

constance de l'eau puisée à 140 pieds anglais au-dessous de la surface du sol.

Les fontaines artésiennes sur lesquelles M. Garnier, ingénieur des mines, vient de publier un Mémoire si intéressant, donneront des moyens précieux de répéter l'observation faite à Southwark. Dans la commune de Merville, par exemple, entre Aire et Lille en Flandres, la couche qu'il a fallu percer pour se procurer de l'eau est de 93 mètres (286 pieds) au-dessous de la surface du sol. Il est donc bien présumable que la température de cette eau sera de plusieurs degrés supérieure à la température moyenne du climat. Nous prendrons la liberté de recommander cette recherche à messieurs les Ingénieurs des mines qui habitent l'Artois.

Examen *analytique de la Pierre de touche.*

Par M. Vauquelin.

La pierre de touche, désignée sous les noms de *lapis lydius*, *lapis trapezius*, *lapis probatorius*, et dont se servent les orfèvres et les bijoutiers, n'avait encore été examinée que sous le point de vue minéralogique. Aucun chimiste n'avait essayé, jusqu'à ce jour, de déterminer le nombre et la nature de ses principes constituans.

Cette pierre est ordinairement rangée, dans les ouvrages de minéralogie, à la suite des roches cornéennes, sans

cependant être entièrement confondue avec ces dernières.

Les caractères des roches cornéennes sont d'offrir une couleur noirâtre, une cassure terne et terreuse, et de répandre une odeur argilleuse lorsqu'on les humecte par la vapeur de l'haleine : elles se cassent difficilement, et semblent plier sous le marteau ; souvent elles sont attirables à l'aimant ; elles se fondent au chalumeau en un verre noir.

La pierre de touche, comparée à ces dernières, offre quelques différences dans ses caractères physiques : elle a une couleur noire à la surface ; sa poussière est d'un brun terne, tirant sur le gris ; sa dureté est assez considérable, et sous le pilon elle se divise en écailles nombreuses avant que de pouvoir être réduite en poussière : son tissu granuleux offre une homogénéité parfaite dans toutes ses parties : les petits grains cristallins qui le composent paraissent liés entre eux au moyen d'une espèce de ciment qui, en s'opposant à la réunion intime des molécules du quartz, a contribué à rendre la pierre moins dure.

Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 2,465. Réduite en fragmens assez minces et soumise à la flamme du chalumeau, elle blanchit à la surface, et laisse exhaler une légère odeur d'acide sulfureux. L'intérieur du fragment ainsi calciné, conserve sa teinte noirâtre, qu'il perd peu à peu par l'application du *dard* de la flamme. La dureté de la pierre augmente beaucoup dans cette opération ; en effet, dans leur état naturel, ces fragmens, loin de pouvoir rayer le verre, s'écrasent à leur surface en y laissant une trace noirâtre, tandis qu'après avoir été

soumis à une forte chaleur, ils le coupent avec facilité.

Le feu le plus vif, loin de ramollir et de fondre la pierre de touche, ainsi qu'il arrive pour les roches cornéennes, lui donne, comme on voit, une plus grande dureté. Elle ne peut donc pas être réunie aux cornéennes.

La pierre de touche n'exerce aucune action sur l'aiguille aimantée la plus sensible; ce qui annonce l'absence absolue du fer métallique, et en même temps que la couleur noire n'est pas due à ce métal.

Les acides n'exercent à froid sur la masse entière aucune action sensible; mais si l'on chauffe de l'acide muriatique étendu ou concentré sur cette pierre réduite en poudre fine, il se dégage à l'instant une odeur très-sensible d'hydrogène sulfuré; une petite portion de fer se trouve dissoute, et l'acide se colore en jaune; le résidu est considérable et semble être devenu plus noir après cette opération.

Les alcalis, au contraire, en dissocient facilement les principes : si on la chauffe au rouge avec de la potasse caustique, elle est en partie décolorée : la fusion est facile, très-liquide, à la manière des pierres siliceuses, et la masse est d'un jaune grisâtre : la même chose a lieu lorsqu'on la chauffe au chalumeau avec un peu de potasse, de borax ou de soude.

Deux grammes pulvérisés, exposés pendant une demi-heure à une température de 50 à 60° centig. dans une capsule de porcelaine, se sont réduits à 1,95, perte = 0,05 : il n'y a donc que fort peu d'humidité. Pendant cette désiccation, il se dégagea une odeur fade et désagréable de bitume.

On s'assura, par le moyen du chlorate de potasse desséché, que la couleur noire de la pierre était due au charbon; et, pour en déterminer la quantité, ainsi que celle de soufre, on en introduisit 2 grammes avec la moitié de leur poids de chlorate de potasse sec dans un tube de verre recourbé : on chauffa au rouge avec la lampe à l'esprit de vin, et l'on reçut le gaz dans une cloche graduée. On obtint 190 centimètres cubes de gaz ramenés au niveau, lesquels furent réduits par la potasse caustique à un volume de 125 centimètres cubes : il y eut donc absorption de 65 centimètres cubes de gaz acide carbonique.

Or, ces 65 centimètres cubes, équivalant à 3 pouces cubes 42 centièmes, doivent peser $2^{grains},9$ ou bien $0^{grammes},145$; mais, d'après la composition de l'acide carbonique, ils doivent être formés de

2,677 oxigène,
0,930 carbone,

et contiennent, par conséquent, 0,054 en poids de carbone. Ainsi ces 2 grammes fournirent 0,054 de carbone. Le résidu de la distillation était d'un blanc jaunâtre; il fut délayé dans l'eau bouillante, et lavé sur un filtre jusqu'à ce qu'il ne précipitât plus par les sels de baryte. Il a fourni, par ce moyen, $0^{g},08$ de sulfate de baryte calciné, qui correspondent à $0^{g},012$ de soufre.

Deux grammes en poudre fine furent traités par l'acide hydrochlorique; l'odeur d'hydrogène sulfuré se fit sentir : lorsque l'action fut terminée, on filtra la liqueur qui était légèrement colorée; et le résidu, desséché avec soin, pesait 1,90, lesquels, calcinés dans un creuset de

platine, se réduisirent à 1,83 : ce qui suppose, comme on le voit, 0g,07 de charbon, au lieu de 0,054 trouvés plus haut.

La dissolution muriatique ne contenait que très-peu de fer oxidé et des traces de chaux et d'alumine; ce qui fit penser que la silice, qui n'était pas parfaitement blanche, pouvait avoir retenu une portion de ces différentes matières : pour s'en assurer, on la fit fondre dans un creuset d'argent avec son poids de potasse caustique; après la fusion, le résidu repris par un acide, évaporé à siccité et lavé avec de l'eau acidulée, fournit de nouvelles quantités de fer, de chaux et d'alumine qui furent réunies aux premières liqueurs. Alors on dessécha la silice, on la calcina, et son poids fut trouvé de 1g,70. Elle était blanche et pulvérulente; traitée une seconde fois par la potasse, elle ne donna plus de traces de fer, de chaux ni d'alumine.

La dissolution muriatique fut précipitée par l'ammoniaque, après avoir été étendue d'eau : ce précipité, repris ensuite par la potasse caustique à l'aide de l'ébullition, donna 0,05 de peroxide de fer calciné et 0,04 d'alumine également calcinée. La liqueur ammoniacale, essayée par l'oxalate d'ammoniaque, se troubla et laissa déposer de l'oxalate de chaux qui, réuni dans un petit creuset de platine et calciné au rouge blanc, donna 0,02 de chaux vive.

Dans le cours de ces expériences, ayant versé de la potasse caustique sur cette pierre en poudre délayée dans l'eau, on crut sentir une odeur d'ammoniaque : un papier rouge fut ramené au bleu en le tenant à l'orifice du vase, et un tube mouillé dans l'acide nitrique faible ne

tarda point à s'entourer de vapeurs blanches ; enfin le liquide, soumis à la distillation, était très-alcalin et perdait cette propriété par l'ébullition prolongée : cependant, en distillant une certaine quantité de cette pierre en poudre, au rouge naissant, on n'obtint aucun produit alcalin ; seulement on crut voir dans le tube de légères vapeurs blanches qui n'altérèrent pas la couleur du papier rouge mouillé.

La potasse qui avait servi à cette opération, séparée au moyen d'un filtre et saturée avec de l'acide nitrique pur, donna par le nitrate d'argent un précipité blanc insoluble dans un excès d'acide, et susceptible de se colorer à la lumière : une quantité à-peu-près égale de potasse pure, prise pour terme de comparaison et saturée par l'acide nitrique, précipitait également par le nitrate d'argent ; mais ce précipité était sensiblement moins considérable.

Ainsi il paraît qu'il existe dans cette pierre une petite quantité de muriate d'ammoniaque ; mais elle est trop peu considérable pour pouvoir être estimée : cependant l'eau simple froide ou bouillante est incapable d'en extraire ce sel ; car, si on l'essaie ensuite par le nitrate d'argent, elle ne fait paraître qu'un louche très-léger.

La présence du sel ammoniac, jointe à celle du charbon, du fer et du soufre, pourrait peut être mettre les géologistes sur la voie de l'origine et du mode de formation de cette singulière production minérale. La découverte du gisement d'une bonne qualité de pierre de touche serait d'une grande importance pour le commerce et les orfèvres ; car elles sont très-rares et extrêmement chères.

Si l'on réunit les différens produits de l'analyse précédente, on trouvera cette pierre composée, sur 100 parties, de

Humidité,	2,500 ;
Silice,	85,000 ;
Alumine,	2,000 ;
Chaux,	1,000 ;
Charbon,	2,700 ;
Soufre,	0,600 ;
Fer métallique,	1,700.
	95,500.
Perte,	4,500.
	100,000.

Voici le résultat de l'analyse d'une autre pierre de touche qui était plus noire, plus dure, plus dense, et dont la pesanteur était de 2,793 :

1°. Silice,	69 ;
2°. Alumine,	7,5 ;
3°. Fer,	17 ;
4°. Charbon,	3,8 ;
5°. Soufre, une trace	....
6°. Chaux, une trace	....
	97,3.

J'ai encore analysé plusieurs autres échantillons de pierre de touche ; j'y ai trouvé les mêmes substances, avec quelques différences seulement dans les quantités

respectives. J'ignore en quel état se trouve le charbon dans ces sortes de pierres : est-il simplement mêlé ou bien est-il combiné au fer ? C'est ce que je tâcherai de déterminer plus tard.

Examen, *fait d'après l'invitation de l'Académie des Sciences, d'une Aérolithe tombée aux environs d'Epinal, le 13 septembre 1822, à l'entrée de la forêt de Taunière, à trois quarts de lieue de la Baffe (Vosges)*;

Par M. Vauquelin.

Cette pierre offre à l'extérieur, comme la plupart des aérolithes, une enveloppe noire fondue qui l'entoure de toutes parts; elle est grise à l'intérieur avec un grand nombre de points métalliques : broyée dans un mortier d'agate, elle se sépare en deux parties distinctes : l'une en une poussière grise fine, qui se laisse réduire sans peine en poussière impalpable; l'autre, plus dure, offre au pilon une résistance invincible : elle s'étend sous le pilon et finit par se diviser en grains métalliques plus ou moins considérables. C'est du fer attirable à l'aimant. On peut ainsi s'en procurer d'assez gros morceaux : indépendamment de ce fer, le barreau aimanté promené dans la poussière en sépare encore des particules métalliques : ces particules, soufflées à la flamme du chalumeau, ne répandent aucune odeur de soufre : ainsi il existe dans cette aérolithe beaucoup de fer à l'état métallique.

Telles sont les propriétés physiques les plus remarquables de cette pierre; quant à ses principes chimi-

ques, on a reconnu par quelques essais préliminaires qu'elle contenait, ainsi que les autres aérolithes, de la silice, du fer, du soufre, du nickel, de la chaux, de la magnésie, de la potasse, des traces de manganèse et de chrôme : l'alumine manque en totalité ; le cuivre n'a pu y être découvert.

Cette aérolithe se distingue surtout par la grande quantité de fer métallique et la petite quantité de soufre quelle renferme : le peu d'homogénéité qui paraît exister entre ses diverses parties, à cause des molécules de fer qui s'y trouvent irrégulièrement disséminées, me fait craindre que l'analyse proportionnelle que je vais en donner ne soit pas rigoureuse, malgré tous mes soins.

4 grammes de cette aérolithe réduits en poudre et mêlés avec quatre parties d'acide muriatique furent introduits dans une fiole de laquelle partait un tube recourbé, adapté à un flacon contenant de l'acétate de plomb légèrement acide : l'action fut aidée par une douce chaleur ; il y eut dégagement de gaz hydrogène sulfuré qui précipita le plomb à l'état de sulfure : peu à peu la matière fut dissoute, et la silice mise à nu prit une consistance gélatineuse, indice assez certain qu'elle était dans la pierre à l'état de combinaison : après un temps suffisant, on démonta l'appareil : il ne répandait aucune odeur d'hydrogène sulfuré. Le sulfure de plomb formé, recueilli sur un filtre et bien lavé, pesait 0,60 ; ce qui correspond à 0,09 de soufre.

Le résidu insoluble dans l'acide muriatique fut recueilli sur un filtre et lavé. Il fut ensuite calciné au rouge pendant une demi-heure avec 8 grammes de potasse caustique. La fusion devint liquide et tranquille : la matière

prit une teinte verdâtre ; elle fut délayée dans l'eau bouillante, et l'excès d'alcali saturé par l'acide nitrique ; puis elle fut évaporée à siccité pour séparer la silice et décomposer le nitrate de fer. Ce résidu fut traité par l'eau bouillante : il donna une liqueur colorée en jaune d'or, qui précipita en rouge le proto-nitrate de mercure : ce précipité pesait 0,07. Calciné au rouge, il se réduisit à 0,01 d'oxide vert de chrôme ; la silice contenait encore l'oxide de fer venant de la décomposition du nitrate ; il pesait 0,25, et la silice pure 1,40.

La partie de cette aérolithe soluble dans l'acide muriatique était d'une couleur jaune-rougeâtre : on y fit passer un courant de chlore pour oxider le fer au *maximum* : alors on y versa un excès d'ammoniaque qui précipita le fer, et se colora en bleu en dissolvant un peu de nickel. Cette dissolution ammoniacale, décantée de dessus le fer oxidé, fut évaporée avec soin dans une capsule de platine, et calcinée au rouge dans un creuset : le résidu était d'un jaune sale ; traité par l'eau bouillante, il donna une dissolution de muriate de chaux et d'un autre sel qui forma un précipité abondant avec la dissolution de platine, et qui fut reconnu pour le muriate de potasse.

Le résidu insoluble était formé de chaux, de magnésie, d'oxide de fer et d'oxide de nickel. On tenta de séparer ces substances de la manière suivante : on les traita par l'acide hydrochlorique, qui les dissolvit complètement ; puis on y versa du carbonate de potasse saturé, dans l'intention de séparer la magnésie du fer et du nickel : en effet, il s'y forma un précipité jaunâtre, et la magnésie resta dissoute ; mais, en la précipitant par

l'ébullition et la recueillant sur un filtre, on reconnut qu'elle avait entraîné une petite quantité de nickel, par la couleur verte-jaunâtre qu'elle avait conservée : néanmoins on trouva ce résidu formé de

Chaux,	traces ;
Fer oxidé,	0,01 ;
Nickel oxidé,	0,02 ;
Magnésie vive,	0,07.

La petite quantité de nickel ne nous a pas permis de nous assurer s'il contenait du cobalt, comme cela est probable.

L'oxide de fer qui avait été précipité de cette dissolution par l'ammoniaque fut traité par l'acide sulfurique pour séparer le manganèse et le peu de magnésie qui avait pu être précipitée avec le fer. Par ce moyen, on sépara 1,25 d'oxide de fer, des traces de manganèse et 0,10 de magnésie caustique contenant des traces de chaux.

En reprenant les précipités formés de magnésie, nous séparâmes en outre 0,50 de chaux et de potasse ; en résumé, sur 4 gr. de matière, on a trouvé :

Silice,	1,40 ;
Fer oxidé,	2,51 ;
Soufre,	0,09 ;
Oxide de chrôme,	0,01 ;
Oxide de nickel,	0,02 ;
Magnésie,	0,17 ;
Chaux et potasse,	0,50.
	4,70.

Les 2g,51 d'oxide de fer correspondent à 1,76 de métal ; mais les 0,09 de soufre demandent 0,16 de fer métallique pour former un proto-sulfure ; et si on en retranche en outre 0,18 pour les 0,25 d'oxide de fer retirés du chrômate, il restera 1,42 de fer métallique libre, contenant seulement le nickel et le manganèse. (*Voyez* tome XXI, page 17 de ce Journal.)

De l'Existence *de l'acide succinique dans les térébenthines.*

Par MM. Lecanu fils, Préparateur du cours de chimie au Collége de France, et Serbat, Aide-Préparateur.

Nous avions soumis à l'action de la chaleur, dans l'unique but d'en extraire l'huile essentielle, de la térébenthine provenant des sapins de la forêt de Fontainebleau, et l'opération était presqu'entièrement terminée lorsque nous remarquâmes une substance cristalline qui venait s'attacher aux parois supérieures de la cornue, sous forme d'aiguilles analogues à celles que fournit le succin dans sa distillation. Ces cristaux, d'abord assez blancs, acquirent peu à peu une teinte brunâtre due sans doute à la présence d'une petite quantité de matière résineuse, et disparurent ensuite, redissous par les produits liquides qui passent à cette époque : nous voulions les soumettre à quelques essais comparatifs ; il nous fallut donc avoir recours à une nouvelle expérience, en ayant soin toutefois de la pousser moins loin que la première : elle nous fournit une certaine quantité de matière très-

petite, il est vrai, mais cependant suffisante pour démontrer que cette substance présente les caractères de l'acide succinique. Ainsi que ceux de cet acide, en effet, les cristaux obtenus possèdent une saveur presque caractéristique, sont très-solubles dans l'alcool et dans l'eau, à laquelle ils communiquent la propriété de rougir la teinture de tournesol, et plus solubles encore dans la potasse, qu'ils saturent complètement. Essayées comparativement avec le succinate de potasse pur, les deux dissolutions se sont comportées d'une manière tout-à-fait semblable dans leur contact avec les sels de fer, de manganèse, de cuivre, de plomb, d'étain, de magnésie, d'alumine, de baryte, de strontiane et de chaux. Il est évident que, dans notre première expérience, l'acide succinique entraîné devait nécessairement se retrouver dans le ballon mêlé aux liquides ; et cependant ni le fer, ni le cuivre, ni le plomb, ni la baryte ne pouvaient y démontrer sa présence par des précipités formés dans la liqueur saturée : nous avons cherché à nous rendre compte de ce phénomène, et nous avons cru pouvoir l'attribuer à la présence simultanée de l'acide acétique et de l'acide succinique ; du moins un mélange de succinate et d'acétate de potasse ne forme pas de précipité sensible dans les dissolutions de fer, de plomb, etc. ; tandis qu'au contraire les succinates de ces métaux se dissolvent sans peine dans une suffisante quantité d'acétate. Ce fut là sans doute ce qui induisit en erreur M. Moretti, lorsque, dans ses recherches sur les produits de la distillation des térébenthines, il fut conduit à n'attribuer l'acidité de la liqueur qu'à la présence de l'acide acétique, bien que quelques chimistes eussent cru trouver,

dans l'acide de la térébenthine quelqu'analogie avec celui du succin, parce que, se fondant sur l'insolubilité du succinate de baryte reconnue par le célèbre Bergmann, il avait été conduit à penser qu'en saturant cette liqueur acide au moyen de la baryte, il devait nécessairement obtenir un précipité dans le cas où elle aurait contenu réellement de l'acide succinique.

Malgré l'autorité de ce chimiste distingué, il nous est d'autant plus permis de croire à l'exactitude de nos résultats, et, par suite, à la présence de l'acide succinique dans les térébenthines, que MM. Henri Moutillard et Parra, membres de la Société de Pharmacie de Paris, après avoir bien voulu se charger du soin de répéter nos essais, ont constamment obtenu des résultats semblables à ceux que nous annonçons.

Sur *un Changement qui s'opère à la longue dans la position du zéro de tous les thermomètres à mercure.*

M. Bellani, observateur établi à Monza, dans le Milanais, dit avoir reconnu que le point zéro, quand il est tracé sur le tube d'un thermomètre immédiatement après sa construction, devient inexact à la longue, et que si, au bout d'un an, par exemple, on replonge le même instrument dans la glace fondante, il ne marquera plus 0°, mais bien + 0°,5, comme si la boule était devenue plus petite. L'erreur de + 0°,38 que nous

avons découverte, en 1817, dans la graduation du thermomètre placé au fond des caves de l'Observatoire, est, suivant lui, du même genre. M. Bellani voit l'origine de l'erreur dans une diminution lente et successive de la capacité de la boule qui renferme le liquide; mais sans s'expliquer, à ce qu'il paraît, sur la cause physique de cette diminution.

Au commencement de cette année (1822), M. le professeur Pictet a également reconnu une erreur de + 0°,6 centigrades dans la graduation du thermomètre *à mercure* qui servait aux observations insérées dans la *Bibliothèque universelle;* tandis que l'échelle d'un thermomètre à esprit-de-vin, construit par Micheli en 1743, était encore exacte. Sur six thermomètres à mercure appartenant au même savant observateur, les erreurs, toutes dans le même sens, se sont trouvées de

+ 0°,1 centig. sur un thermomètre de Ramsden construit depuis quarante ans;

+ 1°,1 ..... sur un thermomètre fait par Paul fils, il y a vingt ans, et gravé sur le tube;

+ 2°,1 ..... sur un thermomètre qui date de quarante ans, construit par Paul père;

+ 2°,2 ..... sur un thermomètre exécuté à Paris, il y a quinze ans, par Betalli;

+ 0°,9 ..... sur un thermomètre de Gourdon, de Genève, fait il y a deux ans;

+ 0°,3 ..... sur un thermomètre du même artiste construit seulement depuis huit mois.

On se demandera sans doute si ces différences ne tiendraient pas à des erreurs primitives dans la graduation;

mais voici ce que M. Gourdon, artiste distingué de Genève, dit avoir observé :

Après avoir scellé le thermomètre, il déterminait le zéro avec toutes les précautions requises; deux ou trois jours ensuite, en répétant l'opération, il trouvait sur l'échelle un nouveau point de glace fondante de *un demi* et souvent même de *trois quarts* de degré plus haut que le premier.

Le quatrième jour ne produisant qu'une variation très-faible, M. Gourdon avait supposé qu'après ce laps de temps la cause d'erreur était tout-à-fait épuisée; mais les expériences de MM. Bellani et Pictet montrent qu'il n'en est pas ainsi.

« Dans l'intention de rechercher la cause de ce phé-
» nomène, dit M. Gourdon, j'ai ouvert un thermomètre
» en le rompant à son extrémité, et j'ai observé une
» dépression subite égale à-peu-près à la quantité dont
» le point de glace avait paru s'élever. J'ai beaucoup
» répété cette expérience, toujours avec le même ré-
» sultat. On peut donc croire que la suppression de la
» pression atmosphérique est une circonstance sans la-
» quelle l'élévation du point zéro n'aurait pas lieu;
» mais, pour expliquer cet effet, j'ai recours à une
» supposition qui m'a été suggérée par mon frère,
» savoir : qu'une petite quantité d'air, d'abord dissé-
» minée dans le mercure, prend ensuite plus de volume
» en se réunissant en un seul globule qui devient quel-
» quefois visible et rompt la colonne, et cela par l'effet
» des mouvemens que les changemens de température
» occasionent dans le métal liquide. »

Peu satisfait, avec raison, de l'explication que nous venons de rapporter, M. Flaugergues vient d'essayer d'en donner une meilleure. Cet astronome s'est d'abord appliqué à constater la différence en question sur ses propres instrumens. Deux anciens thermomètres de Paul marquent maintenant + 0°,4 et + 0°,3 centig. dans la glace fondante ; un thermomètre de Fortin, dans les mêmes circonstances, accuse + 0°,9 : sur deux thermomètres du même artiste, construits seulement depuis quinze mois, le zéro s'est élevé de + 0°,1 et + 0°,3 ; sur deux thermomètres de Casati, les corrections sont de 0°,6 et 1°,1.

Ces erreurs n'ont pas toujours été les mêmes : elles ont augmenté d'année en année ; mais elles paraissent avoir atteint leur *maximum* : on ne trouve aucune erreur de ce genre ni dans les thermomètres non scellés ni dans ceux de ces instrumens qui sont construits avec de l'alcool.

Appuyé de toutes les observations que nous venons de rapporter, M. Flaugergues expose en ces termes ses idées sur la cause du phénomène :

« Le verre est élastique ; c'est un fait connu : lors-
» qu'on a scellé un thermomètre, et que le mercure en
» se condensant a laissé vide l'intérieur du tube, le verre
» mince de la boule, cédant à la pression de l'atmo-
» sphère, se contracte jusqu'à ce que la force élastique
» qui augmente en même temps que cette contraction
» fasse équilibre à cette pression. Si les choses restaient
» dans cet état, il n'y aurait aucun inconvénient ; le
» point zéro serait seulement un peu plus élevé que si le
» tube fût resté plein d'air : mais on sait que tout res-
» sort qui reste tendu pendant long-temps perd de sa force ;

» c'est ce qui arrive au verre de la boule du thermomè-
» tre : sa force élastique diminue peu à peu par suite de
» la tension qu'elle éprouve, et ne peut plus, au bout de
» quelque temps, faire équilibre à la pression de l'atmo-
» sphère. Par cette nouvelle contraction de la boule,
» une autre petite portion de mercure passe dans le tube ;
» ce qui augmente en plus la différence du degré marqué
» par le thermomètre dans la glace fondante, d'avec le
» degré qu'il marquait dans les mêmes circonstances
» lors de sa graduation. Le même effet doit se renouveler
» pendant un temps plus ou moins long : ce qui dépend de
» l'épaisseur et du degré d'élasticité du verre de la boule
» du thermomètre. »

Quoi qu'il en soit, au reste, du mérite de cette explication, les météorologistes devront maintenant se tenir pour avertis, que la graduation d'un thermomètre *scellé* a besoin d'être vérifiée de temps en temps. M. Flaugergues propose de ne plus construire à l'avenir que des thermomètres dont le tube restera ouvert. Il pense qu'une petite boule de coton cardé placée entre la monture et le bout du tube garantirait suffisamment le mercure de l'humidité, de la poussière et de toute oxidation ; mais en attendant qu'il soit bien établi, par des expériences nombreuses, que les thermomètres non scellés ne sont point sujets au dérangement qui a fait l'objet de cette note, nous nous contenterons de recommander aux observateurs de vérifier fréquemment la graduation de leurs instrumens, soit à l'aide de la glace fondante, soit en les immergeant dans l'eau bouillante.

Sur *la Clarification du vin.*

On vend, dans le commerce, et fort cher relativement à sa valeur, une poudre d'un rouge brun pour la clarification des vins. On prescrit, pour l'employer, de mettre dans un vase la quantité d'eau ou de vin que l'on mêle ordinairement aux blancs d'œufs, de répandre légèrement la poudre sur le liquide, et, lorsqu'elle est bien délayée, de verser le mélange dans le tonneau, en achevant l'opération comme de coutume.

La poudre à clarifier n'est que du sang desséché, et j'en ai préparé qui, par les soins que j'ai portés dans la dessiccation du sang, était même supérieure à celle du commerce.

Le sang n'agit en effet que par l'albumine qu'il contient; et si on veut lui conserver la propriété de se dissoudre dans l'eau après avoir été desséché, il faut que la chaleur n'ait pas été assez élevée pour lui ôter cette propriété.

Deux blancs d'œuf renferment au moins autant d'albumine que la dose de poudre qu'on prescrit d'employer pour clarifier une pièce de 200 litres. On trouvera plus avantageux de se servir du blanc d'œuf, tant sous le rapport de l'économie que sous celui de la mauvaise odeur de colle qu'a la dissolution du sang desséché, et qui pourrait altérer le bouquet des vins fins.

J'ai préparé une poudre avec des blancs d'œufs desséchés qui n'aurait pas les mêmes inconvéniens que le sang, qui se délaie facilement dans l'eau, et qui clarifie très-bien. G.-L.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	760,27	+13,4	95	760,27	+17,2	82	758,65	+17,0	81	758,72	+12,0	98	+17,3	+11,0	Voilé.	S. S. O.
2	756,48	+12,6	99	755,78	+18,9	86	755,80	+19,9	85	753,00	+14,1	95	+18,9	+ 9,0	Lég. vap. à l'horizon.	S.
3	760 86	+12,9	98	761,26	+14,5	90	761,26	+13,8	90	762,76	+11,7	99	+14,5	+11,0	Pluie, brouillard.	S S. O.
4	766,26	+10,4	97	766,20	+13,8	87	766,34	+14,1	79	767,13	+ 8,0	96	+14,1	+ 7,0	Nuageux.	S O.
5	767,61	+ 4,8	98	767,10	+10,0	91	766,80	+11,8	85	766,58	+ 6,3	97	+11,8	+ 3,3	Couv., brouill épais.	O. S. O. faible.
6	766,55	+ 5,0	92	765,80	+10,2	91	764,83	+10,5	86	762,60	+ 5,0	99	+10,5	+ 1,8	Beau, brouillard.	O. S. O.
7	758,37	+ 4,2	100	757,70	+ 7,6	95	756,62	+ 9,8	95	755,87	+ 7,0	100	+ 9,8	+ 1,4	Couvert, brouillard	S
8	756,04	+ 9,5	100	755,70	+13,2	97	754,93	+13,2	96	755,22	+11,6	100	+13,3	+ 1,2	Couvert, brouillard,	S.
9	756,17	+10,2	99	756,40	+11,5	93	755,63	+12,2	87	754,18	+ 9,8	99	+12,3	+ 9,8	Couv., lég. brouill.	O.
10	750,10	+10,2	97	752,43	+10,9	94	753,75	+10,0	96	758,47	+10,2	99	+10,9	+ 9,8	Pluie fine.	O fort.
11	764,40	+ 8,5	96	764,88	+10,1	91	705,40	+10,8	89	766,00	+ 6,7	99	+10,8	+ 6,0	Couvert, brouillard.	O. N. O. faible.
12	765,00	+ 5,8	99	764 00	+ 8,4	100	762,20	+ 7,1	94	760,57	+ 2,4	99	+ 8,4	+ 2,0	Brouillard épais.	S.
13	755,88	+ 4,2	97	754,16	+ 7,5	92	752,08	+ 6,8	93	750,76	+ 6,4	100	+ 7,5	+ 3,2	Couvert, brouillard.	S.
14	747,33	+ 6,5	99	747,96	+10,8	91	749,18	+10,5	86	750,84	+ 6,5	97	+10,8	+ 4,5	Nuageux.	O.
15	745,50	+11,1	96	745,87	+11,8	89	747,53	+11,0	81	750,00	+ 4,8	94	+11,8	+ 3,2	Très-nuageux.	O. fort.
16	743,80	+10,0	91	744,07	+13,2	81	743,78	+11,5	84	746,77	+ 8,8	89	+13,3	+ 8,8	Quelques éclaircies.	S S. O. fort.
17	753,55	+ 4,5	98	753,80	+ 8,5	93	753,90	+ 9,8	89	754,50	+ 6,7	99	+ 9,8	+ 2,7	Légers nuages.	O. S. O.
18	755,87	+ 7,6	94	755,82	+10,5	84	755,23	+12,4	82	756,51	+11,2	99	+12,6	+ 5,8	Couvert, brouillard.	S.
19	760,38	+11,0	100	760,36	+13,1	96	758,70	+14,8	93	757,44	+10,7	91	+14,8	+ 9,5	Couvert, brumeux.	S O.
20	755,52	+10,6	91	754,10	+13,6	85	753,32	+14,9	85	752 86	+10,7	94	+14,9	+ 8,0	Légers nuages.	S. S. E.
21	753,50	+11 6	95	755,47	+12,6	80	755,20	+11,2	81	757,24	+ 7,5	95	+12,6	+ 7,5	Couvert.	S. O.
22	761,58	+ 6,1	99	761,08	+11,2	89	759,55	+12,0	86	757,42	+10,2	91	+12,0	+ 4,0	Très-vaporeux.	S. O.
23	755,74	+10,9	97	755,83	+13,0	94	755,52	+13,5	91	757,35	+ 9,9	99	+13,5	+ 8,8	Couvert.	S S. O. fort.
24	759,74	+ 7,9	100	758,40	+10,4	96	756,48	+12,0	97	753,44	+ 8,4	100	+12,0	+ 6,5	Couvert, brouillard.	S. O.
25	751,23	+ 7,4	96	750,64	+12,6	89	749,76	+11,2	92	750 23	+ 7,7	99	+12,6	+ 5,5	Couvert.	S.
26	752,54	+ 8,2	98	753,00	+10,8	91	753,20	+11,0	89	752,70	+10,2	98	+11,0	+ 7,0	Nuageux.	S.
27	752,40	+10,0	100	752,74	+11,8	94	753,14	+11,5	93	754,60	+ 7,5	96	+11,8	+ 7,5	Couv., temps humide	S. O.
28	751,57	+ 6,5	98	747,67	+ 8,8	100	745,87	+ 9,2	99	744,66	+10,3	94	+10,3	+ 5,8	Pluie fine.	S O. fort.
29	747,80	+ 7 4	98	747,18	+ 9,5	90	745,77	+ 9,8	88	744,35	+ 5,8	99	+ 9,8	+ 5,1	Nuageux.	O S O.
30	746 40	+ 3,6	96	747,43	+ 6,5	88	748,04	+ 6,1	86	749,52	+ 3,9	95	+ 6,5	+ 3,0	Nuageux.	O. S. O.
1	759,87	+ 9,3	98	759,86	+12,8	91	759,46	+13,2	88	759,95	+ 9,6	98	+13,3	+ 6,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	754,72	+ 8,0	96	754,50	+10,7	90	754,13	+11,0	88	754,56	+ 7,5	96	+11,5	+ 5,4	Moyenn. du 11 au 20	Cour, 5,720
3	753,25	+ 8,0	98	752,94	+10,7	91	752,25	+10,7	90	752,15	+ 8,1	97	+11,2	+ 6,1	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 4,940
	755,95	+ 8,4	97	755,77	+11,4	91	755,28	+11,6	89	755,56	+ 8,4	97	+12,0	+ 6,0	Moyennes du mois, +9°,0.	

Lettre *à M. le Dr* Brewster, *à Edimbourg.*

Par M. Weiss,

Professeur de Minéralogie à Berlin (1).

Ce 3 octobre 1822.

Monsieur,

M. Trallès m'a informé qu'il vous avait fait connaître mes droits d'auteur sur la distribution méthodique et naturelle des différens systèmes de cristallisation que, dans ces derniers temps, on a attribuée à M. Mohs de Frey-

---

(1) Depuis que l'illustre Haüy a ouvert la carrière de la cristallographie, ou plutôt de la détermination géométrique des cristaux, qu'il a parcourue avec tant de gloire, et surtout depuis la publication de la première édition de son *Traité de Minéralogie*, les étrangers ont adopté toutes les applications qu'il en a faites aux espèces minérales; mais il n'y a eu parmi eux qu'un très-petit nombre de savans qui se soient occupés de poursuivre les mêmes recherches. Parmi ceux-ci on doit distinguer MM. Weiss et Mohs, professeurs de minéralogie, l'un à l'Ecole des Mines de Berlin, l'autre à celle de Freyberg, où il a remplacé le célèbre Werner.

Le premier a d'abord traduit en allemand, en 1803, toute la partie géométrique du *Traité* de Haüy; depuis il a publié, à différentes époques, un assez grand nombre de Mémoires en latin et en allemand, ayant tous pour objet des considérations géométriques nouvelles sur les cristaux. Le

berg, non-seulement en Ecosse, mais peut-être même en Allemagne, si l'on voulait en juger d'après les *Annales de Physique* de M. Gilbert. La vérité est en effet que cette distribution m'appartient entièrement. L'erreur

---

plus ancien de ces Mémoires a paru en 1809. Les autres n'en ont été, pour ainsi dire, que le développement.

Ses idées principales consistent d'abord à rejeter tout principe hypothétique, et à déterminer l'essence du système cristallin de chaque substance, non pas d'après des rapports numériques plus ou moins incertains, mais d'après les rapports d'égalité ou de différence entre ses parties fondamentales. Plusieurs minéralogistes ont regardé également cette marche comme étant la plus convenable. Mais M. Weiss, en appliquant ces principes à toutes les espèces minérales, a reconnu, dans des systèmes cristallins très-irréguliers en apparence, les principes de symétrie auxquels ils paraissent assujettis, et il a été conduit à faire une foule de rapprochemens et de distinctions nouvelles entre les formes primitives, ou, comme il les a appelées, les formes fondamentales. Il a réuni tous ses résultats dans un tableau général des systèmes cristallins qu'il a présenté, en 1815, à l'Académie des Sciences de Berlin. Ils sont partagés en quatre classes, dont chacune a plusieurs divisions et subdivisions, auxquelles il a donné, ainsi qu'aux classes, des noms qui expriment les propriétés géométriques qui les caractérisent. Il a depuis perfectionné et étendu cette classification dans d'autres Mémoires.

M. Mohs ne s'est fait connaître, dans l'étude des cristaux, que depuis 1818, époque où il a commencé à professer à Freyberg. Il a publié, depuis 1820, en anglais et en allemand, une *caractéristique des minéraux* où il établit aussi

provient du silence complet et peu équitable que M. Mohs a gardé à mon égard dans l'ouvrage, d'ailleurs plein de mérite, dont il a publié successivement deux éditions en 1820 et 1821. M. Trallès m'a ajouté, Monsieur, que

---

des classes de systèmes cristallins d'après des principes géométriques. Ce n'était, pour ainsi dire, que des résultats de ses idées théoriques sur les cristaux, qu'il promettait de développer ultérieurement dans un ouvrage plus étendu. Nous savons que ce dernier ouvrage a commencé à paraître en allemand en 1822.

M. Mohs a eu dès l'origine beaucoup de partisans en Allemagne et surtout en Ecosse, par suite sans doute de sa liaison avec M. A. Jameson, professeur à Edimbourg. C'est pour cela que la lettre suivante, dans laquelle M. Weiss croit devoir réclamer les idées cristallographiques de M. Mohs, comme n'étant autre chose que les siennes propres diversement modifiées, est adressée à M. Brewster, que ses recherches d'optique ont conduit à s'occuper aussi de la géométrie des cristaux.

M. Weiss nous a envoyé cette lettre en français avec invitation de la publier. Nous y avons fait seulement, sur sa demande expresse, quelques changemens de rédaction pour faire disparaître les tournures allemandes ; mais nous avons conservé scrupuleusement le sens, et nous ne nous permettrons d'y ajouter aucune observation. Les travaux de MM. Weiss et Mohs nous sont encore trop imparfaitement connus pour que nous puissions prendre un parti dans cette discussion.

La seconde partie de cette lettre donnera une idée assez nette de la classification des systèmes cristallins adoptée par M. Weiss.

vous étiez entièrement disposé à réparer cette erreur ; et comme votre jugement est d'un grand poids en pareille matière, et que j'attache beaucoup de prix à votre suffrage, je vous prie de me permettre de vous adresser quelques remarques que je désire que vous trouviez dignes d'être insérées dans votre précieux recueil le *Philosophical Journal.*

Il vous suffira, Monsieur, pour juger dans cette affaire, de jeter d'abord un seul coup-d'œil sur un *tableau des espèces minérales*, distribuées d'après la méthode en question, lequel accompagne un de mes Mémoires imprimé parmi ceux de la classe de physique de l'Académie royale de Berlin pour 1814 et 1815, et qui porte ce titre : *Des Divisions naturelles des systèmes de cristallisation ;* par C. S. Weiss. S'il y a aujourd'hui quelque chose à corriger dans ce tableau, ce n'est que par suite de quelques découvertes plus récentes, dont alors je ne pouvais pas profiter.

En lisant le Mémoire même, vous y trouverez une exposition dans laquelle je fais voir que le physicien doit avant tout s'occuper de considérer les différens axes des cristaux ; et ce principe, dont vous avez fait vous-même les applications les plus remarquables, ne paraît pas avoir été conçu aussi directement ni aussi bien entendu par M. Mohs. J'ai fait imprimer un autre Mémoire dans le tome suivant du même Recueil de l'Académie de Berlin, savoir, dans celui de 1816 et 1817, où j'ai exposé ma méthode de décrire toutes les faces d'un système cristallin quelconque par rapport aux axes fondamentaux de ce système ; méthode que je crois bien préférable à celle de M. Mohs, et dans laquelle j'ai déduit

de la polarisation des latera des axes cristallins les phénomènes les plus curieux de la cristallographie, tels que la réduction à moitié d'un nombre de faces coordonnées ; phénomène que j'avais décrit expressément dans mon Mémoire de 1815, en distinguant toujours, dans une même division générale, des subdivisions que j'ai appelées *homoédriques* (à nombre de faces complet) et *hémiédriques* (en nombre réduit à moitié). J'ai donné en outre des applications de ma méthode cristallographique au développement de quelques systèmes particuliers des plus difficiles, tels que l'étaient encore, après l'illustre Haüy, ceux du feldspath et de l'épidote. Je crois devoir rappeler aussi les autres Mémoires que j'ai fait imprimer dans le tome de 1818 et 1819 du Recueil de l'Académie de Berlin, soit sur la théorie mathématique de la cristallonomie, soit sur des objets qui méritent d'intéresser particulièrement les physiciens, tels que la comparaison que j'ai faite entre les rapports géométriques des dimensions des solides principaux du système régulier, et ceux des intervalles harmoniques de la musique.

Mais malheureusement aucun de mes Mémoires n'a été plus heureux que le premier auprès de M. Mohs, auquel je les ai cependant tous envoyés au moment même de leur impression, à l'exception toutefois de celui de 1815, M. Mohs n'occupant pas alors sa place actuelle. Il a constamment agi, comme s'il n'avait pas eu la moindre connaissance de mes travaux : ainsi ce qu'il a dit du feldspath est fidèlement conforme à ce que j'avais publié sur cette substance en 1816, au moins quant au fond des propriétés mathématiques ; car la

manière dont M. Mohs présente ses idées n'est nullement la mienne, et lui appartient entièrement. Quant à l'épidote, quoique j'aie développé son système cristallin dans un Mémoire *ad hoc*, M. Mohs a dit encore, dans la seconde édition de son ouvrage, que ce même système était inconnu.

J'ai jugé que je devais enfin rompre le silence : vous trouverez, dans le tome de 1820 et 1821 du Recueil de l'Académie royale de Berlin, qui paraît présentement, un nouveau Mémoire sur le gypse (chaux sulfatée); c'est là où, après avoir discuté ce que M. Mohs a dit sur cet objet, je fais la réclamation que j'avais le droit de faire.

J'avais résolu de me borner à cette explication, mais M. Trallès vous ayant parlé de toute cette affaire, et m'ayant vivement pressé de vous en entretenir directement, je me suis laissé facilement entraîner par ses instances.

Vous jugez aisément, Monsieur, que je n'ai pu être en état de lire à l'Académie les Mémoires dont je viens de vous parler, dès l'année 1815, époque où j'eus l'honneur d'en être nommé membre, sans avoir long-temps auparavant médité et établi les bases essentielles de mes idées. En effet, mon illustre collègue, M. de Buch, sait que, dans l'hiver de 1812 à 1813, je lui avais déjà communiqué le brouillon du même tableau qui est ajouté à mon Mémoire de 1815. J'ai fait usage de ce tableau dans mes leçons à-peu-près dans le même temps. Enfin, je puis remonter encore plus haut : vous devez croire que, professant à Berlin la minéralogie depuis 1810, j'ai dû, dès l'origine, exposer à mes élèves les résultats de mes tra-

vaux antérieurs sur les mêmes matières; et vous pouvez vous rappeler, Monsieur, qu'en 1809, étant alors professeur à Leipsick, j'ai publié deux dissertations latines ayant pour titre : *De indagando formarum cristallinarum charactere geometrico principali.* Elles ont été traduites en français par mon ancien ami M. Brochant de Villiers, qui y a ajouté des tables pour en faciliter l'étude. Il les a publiées dans le *Journal des Mines* de 1811, Cahiers mai et juin; et dès-lors tous les minéralogistes, tous ceux qui s'occupent de l'étude des cristaux, ont pu en prendre connaissance. Or, ces deux Mémoires renferment presque toutes les bases essentielles de ma distribution actuelle, qui n'est autre chose que la conséquence perfectionnée des mêmes idées. Vous y trouverez, par exemple, déjà établie, cette réunion des systèmes cristallins dérivés d'un prisme à base carrée, avec ceux qu'on rapporte à un octaèdre à base carrée; réunion dont, si je ne me trompe, vous-même avez fait quelque cas, et qui a été bientôt confirmée, ainsi que d'autres rapprochemens ou des différences essentielles que j'avais signalées à la même époque entre divers systèmes cristallins, par des rapports tout-à-fait analogues entre les propriétés optiques des cristaux, comme mon respectable ami M. Seebeck l'a observé, dès ses premières recherches sur cet objet.

Dans mon Mémoire de 1815 j'ai été plus loin; j'ai d'abord entièrement secoué le joug des idées alors généralement répandues, mais à mon avis peu exactes, de ce qu'on appelle *formes primitives.* J'ai repris ensuite l'examen des quatre grandes classes de systèmes cristallins que j'avais établies en 1809, savoir : le système *régulier*, les

systèmes *rhomboèdres* (et *dirhomboèdres*), celui des *octaèdres à base carrée*, et enfin, celui des solides que j'appelais alors *octaèdres à base rectangle allongée*. Ces deux dernières formes ne sont autre chose que les systèmes nommés improprement par M. Mohs, *pyramidaux* et *prismatiques*. Je les ai réduits tous à leur véritable source, c'est-à-dire aux rapports qui existent entre leurs axes principaux, rapports dont toutes leurs propriétés dépendent, et je les ai partagés en plusieurs subdivisions. Enfin je me suis aussi aperçu, depuis mes Dissertations de 1809, que ces mêmes quatre divisions générales, que déjà alors j'avais justement établies, n'admettaient pas, comme je l'avais cru, de véritable exception. En effet, en 1809, il me paraissait que le feldspath, l'épidote, le gypse, l'axinite et le cuivre sulfaté ne pouvaient pas y être rapportées ; en conséquence je séparais alors ces systèmes cristallins de tous les autres pour les traiter à part ; mais la marche contraire que j'ai suivie depuis a donné des résultats bien plus satisfaisans.

Je ne crois pas, Monsieur, que M. Mohs, à l'époque où il est venu à Freyberg remplacer M. Werner, eût encore lu mon Mémoire de 1815. Au fond, il n'avait alors d'autres idées sur la division méthodique des différens systèmes de cristallisation que celles que j'avais exposées en 1809. Je suis certain, par exemple, qu'en 1818 il comprenait encore dans son système prismatique, et sans aucune distinction, ce que j'avais nommé en 1809, *système à forme primitive octaèdre à base rectangle allongée* : ce n'est que plus tard qu'il a reconnu comme naturelle et bonne l'une des subdivisions que j'ai faites en 1815 (ou plutôt avant 1815) de ce même système, et

que j'ai fondées sur la différence générale des systèmes homoédriques ou hémiédriques. Il a appelé alors ceux-ci *hémiprismatiques*, en laissant le nom de *prismatiques* aux autres; enfin que ce n'a été que dans l'hiver de 1819 à 1820, c'est-à-dire au moment où la première édition de sa *Caractéristique* allait paraître, que M. Mohs a reconnu et adopté l'autre de mes subdivisions du même système, en donnant aux systèmes cristallins qu'elle comprend le nom fort impropre de *tétarto-prismatiques*.

Il me serait très-agréable, Monsieur, de pouvoir excuser la conduite de M. Mohs, car j'ai une véritable estime pour ses talens, et c'est un savant dont l'Allemagne pourra toujours s'honorer; mais il a gardé à mon égard un silence si prolongé, qu'il m'a forcé enfin à m'expliquer. Je ne m'étendrai pas ici davantage sur les rapports entre ses idées et celles que j'avais publiées avant lui. Pour tout le reste vous pourrez consulter mon Mémoire sur le gypse, que j'ai eu l'honneur de vous citer.

Permettez-moi cependant d'ajouter encore quelques détails relatifs à mes divisions et subdivisions de systèmes cristallins, en rapportant les dénominations latines et allemandes que j'ai imaginées pour les distinguer, et qui me paraissent susceptibles d'être également employées en anglais ou en français.

1re *Division.* Le système qu'on appelle vulgairement *régulier* ou *tessulaire* n'a pas besoin de recevoir aucune autre dénomination. Je l'ai appelé aussi *sphéroédrique* à cause des rapports qui lui sont propres avec la sphère. C'est celui qui est basé sur trois axes perpendiculaires et tous égaux entre eux. J'ai distingué cependant le cas le

plus ordinaire, que j'appelle *homo-sphéroédrique*, des autres cas où ce même système devient *hémi-sphéroédrique*. C'est à ce dernier que se rapporte le cas du dodécaèdre pentagonal que j'appelle système *pyritoédrique*, et celui du tétraèdre régulier ou système *tétraédrique* (régulier). Ces deux cas ont des lois toutes différentes, de réduction à moitié d'un même ensemble de faces; et dans mon Mémoire de 1817, cité plus haut, j'ai montré l'origine de ces lois dans la différente manière d'être polarisé des LATERA des trois axes principaux, ou plutôt j'ai fait voir que les propriétés cristallines particulières de ces systèmes étaient toujours en rapport dans les substances auxquelles ils sont propres, avec des propriétés optiques analogues.

2me *Division.* Les systèmes qui sont basés sur trois axes perpendiculaires entre eux, mais dont deux sont égaux et différens du troisième, pourront, d'après cette structure fondamentale, être nommés en latin BINO-SINGULAXIA. Dans mon tableau de 1815, je n'ai pas fait de subdivision décidée de ce système général, parce que je ne voyais alors presque que l'harmotome qui me parût devoir y donner lieu. Je nommais donc ce système, dans son ensemble, VIERGLIEDRIG ou *systema quaternarium*, *système quaternaire*. Aujourd'hui je fais d'abord dans ce système une première subdivision que j'appelle *homoédrique*, qui comprend les systèmes, tels que le zircon, l'idocrase, etc.; et j'admets ensuite des systèmes *bino-singulaxes hémièdres*, lesquels se partagent encore en deux cas (de même que les ystèmes *hémi-sphéroédriques*, en *pyritoèdre* et *tétraèdre*), savoir : un que j'appelle *bino-quaternaire*, VIER-UND-ZWEIGLIEDRIG, tel que me paraît

être l'harmotome, et peut-être une partie de la bournonite; et l'autre que je distingue sous le nom *quaterno-tétraèdre*, ou TETRAEDRISCH-VIERGLIEDRIG. C'est là que je rapporterais non-seulement le cuivre pyriteux, d'après l'observation de M. Mohs, mais aussi la magnésie sulfatée, dont j'ai vu des cristaux trop nettement prononcés pour que je puisse douter qu'il ne faille les classer ainsi.

Il y a plus, si les mesures des angles du wolfram (*schéelin ferruginé*) sont justes, telles qu'on les connaît aujourd'hui, ce système doit encore former une subdivision à part, qu'on devra nommer *quaternaire-tétartoèdre*, ou bien *quaternaire hémi-et-tétartoèdre*, et qui sera analogue à celle qui se trouve parmi les systèmes appartenant à la troisième division générale. Il y a longtemps que je l'ai décrit ainsi; et comme j'appelle VIER-UND-ZWEIGLIEDRIG le système de l'harmotome, j'appellerai celui-ci VIER-ZWEI-UND-EINGLIEDRIG ou *bino-singulo-quaternaire*, conformément aux autres dénominations significatives que j'ai adoptées.

3me *Division.* La troisième division générale comprend les systèmes à trois axes perpendiculaires entre eux, mais tous inégaux. J'appelle ces systèmes *singulaxia*, ou EIN-UND-EINAXIG. J'ai subdivisé cette vaste division selon que les systèmes qui y sont compris étaient *homoèdres* ou *hémièdres*; en systèmes *binaires*, ou ZWEI-UND-ZWEIGLIEDRIG (*systema binarium*), tels que la topaze, la baryte sulfatée, etc.; systèmes *bino-unitaires*, ou ZWEI-UND-EINGLIEDRIG (*systema bino-singularium*), tels que le feldspath, l'amphibole, le pyroxène, etc.; enfin, systèmes *unitaires*, ou EIN-UND-EINGLIEDRIG

(*systema singularium*) tels que l'axinite et le cuivre sulfaté. Ces derniers systèmes cristallins ne présentant que le quart, c'est-à-dire la moitié de la moitié d'un nombre entier de faces coordonnées entre elles, doivent être désignés théoriquement sous le nom de systèmes *singulaxes-tétartoèdres*, au lieu de systèmes *tétarto-prismatiques*, comme les a appelés M. Mohs. Et d'après les mêmes considérations théoriques, les deux premières subdivisions du même cas général des systèmes *singulaxes* seront appelées *singulaxes-homoèdriques* et *singulaxes hémiédriques*.

Relativement à cette espèce de système que je viens de distinguer des autres de la même division sous le nom de *tétartoèdre*, vous savez, Monsieur, que parmi les systèmes *sphéroèdres* (1re division ci-dessus), on n'en a encore observé aucun dont les propriétés aient conduit à lui donner cette épithète de *tétartoèdres*; M. Mohs a cependant traité de ce genre de système qu'on appellerait *tétartoèdre-sphéroïdal*, *solidum-tétarto-sphœroëdricum*; mais c'est uniquement une considération théorique. Moi-même, dans mon Mémoire de 1815, je m'étais occupé d'un troisième cas du système hémisphéroédrique admissible géométriquement. J'en avais décrit les formes générales sous le nom de *leucitoides tournés*, GEDREHTE LEUCITOIDE, ou *solidum leucitoides detortum*. Je leur ai trouvé depuis un nom plus expressif encore, celui de *grenats dioèdres*, puisqu'on peut les concevoir comme des *dodécaèdres rhomboïdaux* ou *grenatoèdres* portant un biseau sur chacune de leurs faces. J'ai fait connaître, dans ce même Mémoire de 1815, la propriété remarquable de ces polyèdres d'être tournés tantôt à droite, tan-

tôt à gauche, ce qui donne des solides qui présentent des rapports inverses, c'est-à-dire qui ne sont semblables entr'eux que dans des sens opposés. J'ai fait d'ailleurs connaître la réalité de ces *solides opposés* en général, et même leur fréquence parmi les cristaux de certaines substances, dans un Mémoire sur les cristaux doubles de feldspath les plus ordinaires, par exemple, ceux de Carlsbad. Ce Mémoire est inséré dans le *Neue Journal der Chemie und Physik*, de M. Schweigger, tome XI.

4e *Division.* Il me reste à parler des systèmes qui ne sont pas basés comme les précédens, sur trois axes seulement, mais sur le rapport d'un axe principal à trois autres égaux entre eux, tous perpendiculaires au premier, et formant toujours entre eux l'angle de 60°. Je désigne ces systèmes en général sous le nom de *systèmes terno-singulaxes.* Vous savez, Monsieur, que cette classe de systèmes contient encore les deux grandes subdivisions, savoir, *homoédrique* et *hémiédrique.* La première est celle que j'ai appelée SECHSGLIEDRIG, ou *systema senarium,* système *sénaire,* comme, par exemple, le quartz, le béril, l'apatite, etc. La seconde forme le système *rhomboèdre,* que, par analogie, j'appelle aussi DREI-UND-DREIGLIEDRIG, ou *systema ternarium.* Il serait inutile d'en alléguer des exemples trop connus, tels que la chaux carbonatée, etc.

En outre il existe certainement encore d'autres subdivisions à faire dans cette quatrième classe des *terno-singulaxes.* Le quartz lui-même en forme une qui est en effet *hémiédrique* comme les rhomboèdres, mais dans un autre sens et d'après une toute autre loi; on pourra nommer cette subdivision GEWENDET-SECHSGLIEDRIG, ou *systema-senario-hemiedricum detortum* (*système sé-*

naire hémièdre tourné). Ce système a encore cette propriété remarquable, que ses solides peuvent être tournés tantôt à droite, tantôt à gauche, ainsi que je l'ai amplement décrit dans un Mémoire sur le système cristallin du quartz, l'un de ceux que j'ai insérés dans le *Recueil* de la Société des Naturalistes de Berlin; propriété, au reste, dont le principe physique a son origine dans la manière d'être polarisé des *latera* des axes de ce système, ainsi que je l'ai fait voir dans les *Mémoires* de l'Académie royale de 1817.

Outre le quartz, il y a d'autres espèces minérales qui forcent de faire de nouvelles subdivisions à la même classe des *singulaxes*. La tourmaline en présente un autre exemple qui a quelque analogie avec les systèmes *tétartoèdres* des autres divisions principales; mais je ne veux pas pousser plus loin ces détails : je craindrais d'abuser de vos précieux momens.

Ce qui précède suffit pour vous mettre en état de faire vous-même la comparaison de mes dénominations avec celles qui ont été imaginées par M. Mohs; et j'ai lieu d'espérer que vous trouverez que celles-ci peuvent donner lieu à trop d'objections pour pouvoir être substituées aux miennes, quand même je ne les aurais pas créées et publiées plusieurs années avant M. Mohs.

J'ose espérer aussi que vous jugerez que ma méthode est la plus simple et la plus naturelle de celles que nous ayons. Je crois même pouvoir ajouter que sur beaucoup de points elle n'est pas susceptible d'une plus grande simplicité.

Recevez, Monsieur, l'assurance de ma plus haute estime.

WEISS, professeur de minéralogie à Berlin.

Sur *la Résistance de la fonte de fer. Application aux tuyaux de conduite et aux chaudières des pompes à vapeur.*

Par Mr P. S. Girard.

L'arbre de la roue hydraulique de la machine du pont Notre-Dame s'étant trouvé brisé de vétusté, il y a environ huit mois, j'ai pensé qu'il serait avantageux de le remplacer par un arbre en fonte de fer, de dimensions beaucoup moindres, d'une plus grande résistance, et qui, offrant des chances de réparation beaucoup moins fréquentes, donnerait encore l'assurance d'une très-longue durée.

L'arbre en bois de chêne qu'il s'agissait de remplacer avait 7 mètres 80 centimètres de longueur et 70 centim. d'équarrissage : c'était, comme on voit, une de ces pièces de charpente qu'il est assez difficile de se procurer tout-à-fait exempte de défauts ; et, sous ce rapport, il était plus expéditif de faire fabriquer en fonte de fer la pièce dont on avait besoin, que de rechercher, dans les approvisionnemens de la marine ou dans les bois qu'elle se réserve, un arbre que l'on pût substituer à celui qui venait de manquer.

Ce parti étant pris, je me suis occupé de rechercher les dimensions et la forme qu'il convenait de donner à notre nouvel arbre pour qu'il fût capable de résister, avec un excès de force déterminé, aux différens efforts qui agiraient sur lui, en lui procurant en même temps la plus grande légèreté possible.

Galilée remarqua le premier, comme on sait, que les cylindres creux, tels que sont les os des animaux, et les tiges de certaines plantes étaient capables d'une bien plus grande résistance à leur rupture que des cylindres pleins de même substance, qui seraient formés de la même quantité de matière ou qui seraient du même poids. Il était clair par conséquent que l'arbre en fonte que nous avions à fabriquer devait être un cylindre creux.

Mais entre tous les cylindres creux de même longueur et composés de la même quantité de matière, il y en a un qui, soutenu horizontalement à ses deux extrémités, présente la plus grande résistance possible à une force constante qui agirait dans son milieu pour produire sa rupture. En appliquant à la recherche du cylindre creux qui jouit de cette propriété les formules connues de la résistance des solides dans les hypothèses de Mariotte et de Leibnitz, et les méthodes ordinaires de *maximis* et *minimis*, on trouve aisément que le diamètre extérieur du cylindre creux cherché est à son diamètre intérieur, c'est-à-dire, au diamètre du vide, à très-peu près comme 112 est à 51, ou bien comme 11 est à 5; rapport facile à retenir, et que je crois en conséquence utile d'énoncer ici.

En m'occupant récemment de cet objet qui a été pour moi autrefois l'occasion d'un travail fort étendu, je me suis trouvé naturellement amené à reprendre la question de la résistance des tuyaux de conduite à la pression de l'eau dont ils sont chargés; question qui donna lieu aux premières recherches de Mariotte sur la résistance des solides, et à l'hypothèse qu'il proposa de sub-

stituer à celle de Galilée, qui avait été généralement adoptée jusqu'alors.

Mariotte fit quelques expériences sur la résistance des tuyaux de plomb et de fer-blanc, desquelles il déduisit une règle-pratique pour en déterminer l'épaisseur; mais cette règle n'est appuyée d'aucune démonstration rigoureuse; et quoique les occasions d'appliquer utilement la théorie de ce cas particulier de la résistance des corps se soient présentées souvent, aucun géomètre, du moins que je connaisse, ne s'en est encore occupé avec la rigueur convenable.

Quand il s'agit d'assigner les lois de la résistance des corps et de les appliquer aux besoins de la pratique, on doit toujours, pour se mettre autant que possible à l'abri des accidens occasionés par le défaut d'homogénéité de la matière, calculer cette résistance pour les cas les plus défavorables. L'excès de force que l'on est conduit à donner aux corps, en établissant ainsi le calcul, rend leur emploi d'autant plus sûr; et quoiqu'on s'expose par là à augmenter plus ou moins leur poids, il n'en résulte que de légers inconvéniens, eu égard à l'avantage qu'on se procure toutes les fois que ces corps ne sont point destinés à faire partie de quelque appareil mobile.

D'après cette considération, je suppose qu'un tuyau cylindrique à base circulaire est posé horizontalement et fermé à ses deux bouts par deux fonds adhérens à son périmètre.

Je suppose aussi que ce tuyau est rempli d'un fluide qui pèse sur ses parois de tout le poids d'une colonne dont la hauteur est déterminée.

On conçoit que la hauteur de cette colonne de fluide peut être assez grande et l'épaisseur des parois du tuyau assez petite pour qu'elles soient au moment de se déchirer par l'effet de la pression qu'elles éprouvent.

Or, cette rupture ne peut avoir lieu, en supposant la matière homogène, qu'autant que le tuyau cylindrique s'ouvrira, non-seulement suivant une ou plusieurs lignes tracées sur sa surface convexe, mais encore suivant une ou plusieurs lignes tracées sur les deux bases circulaires qui lui servent de fond, et qui le tiennent fermé. La résistance totale qu'il oppose à sa rupture dans cette hypothèse se compose donc de la résistance de ses parois convexes et de celle de ses deux bases.

Faisons abstraction de cette dernière, en substituant à ces deux bases du tuyau deux plans solides inadhérens à ses parois convexes, de façon que ses extrémités annulaires puissent glisser sans frottement sur ces plans, avec lesquels cependant elles sont en contact assez intime pour tenir le cylindre exactement fermé.

On voit que, dans cet état de choses, l'effort du fluide pesant contenu dans le cylindre ne s'exerce plus que sur les parois intérieures d'un anneau circulaire d'une longueur quelconque; mais comme on en a supposé l'axe horizontal, tous les élémens verticaux de cet anneau supporteront la même pression : on peut donc en rendre la longueur aussi petite que l'on voudra, et se borner à rechercher l'effort qui a lieu sur l'un quelconque de ces élémens.

On conçoit que cet élément devra se rompre en deux points de son périmètre, c'est-à-dire, que par l'effet de la rupture, il se partagera en deux secteurs indéterminés.

On conçoit encore que cette séparation aura lieu par l'action des seules forces perpendiculaires aux plans de rupture; et comme entre tous les plans suivant lesquels on peut imaginer que les deux secteurs annullaires se sépareront, celui de moindre surface ou, ce qui est la même chose, de moindre résistance, est celui dont la largeur est égale à l'épaisseur de l'anneau, c'est-à-dire, à la différence des rayons extérieur et intérieur de sa section transversale, il s'ensuit que les seules forces qu'on ait besoin de déterminer ici sont les forces parallèles aux tangentes menées par les deux points de rupture de cette section transversale.

Cela posé, si l'on joint par une droite le point de rencontre de ces deux tangentes et le centre de l'anneau, cette droite partagera ses deux secteurs en deux parties égales, et il suffira de déterminer les forces cherchées sur l'une des moitiés de l'un de ces secteurs.

Or, on trouve aisément qu'en un point quelconque de cet arc, la pression du fluide décomposée parallèlement à la tangente, au point de rupture, est égale à la pression normale sur l'unité de surface, multipliée par le sinus de l'arc compris entre le plan de rupture et le point que l'on considère; d'où, en prenant la somme de ces forces sur toute l'étendue du demi-secteur, on conclut immédiatement que cette somme de forces est égale au produit du sinus verse de ce demi-secteur multiplié par la pression normale sur l'unité de surface et par le rayon intérieur du tuyau.

Donc cette force totale augmente à mesure que ce demi-secteur augmente lui-même, et elle acquiert sa plus grande valeur lorsque son sinus verse est égal au

rayon, ou que le secteur entier devient égal à la demi-circonférence ; donc enfin, l'épaisseur du tuyau étant supposée uniforme, le tuyau tel que nous l'avons considéré doit se rompre simultanément aux deux extrémités d'un de ses diamètres.

On voit qu'alors la résultante de toutes les forces qui produisent la rupture est dirigée suivant le rayon perpendiculaire à ce diamètre, précisément comme si ce tuyau étant retenu fixe et inébranlable parallèlement à son axe, on le chargeait, à sa partie inférieure, d'un poids suffisant pour surmonter l'adhésion qui retient l'une à l'autre ses deux moitiés dans le plan de leurs diamètres horizontaux.

Pour calculer l'épaisseur qu'on doit donner à un tuyau de conduite de fonte de fer tel qu'il soit capable de résister, dans cette hypothèse, à une charge d'eau de hauteur donnée, il ne reste par conséquent qu'à connaître l'adhésion mutuelle des molécules de fonte sur l'unité de surface.

Les seules expériences que nous connaissions sur cette matière ont été faites en Angleterre, les unes par le capitaine Samuel Brown, les autres par M. Georges Rennie, qui en a rendu compte dans les *Transactions philosophiques*, pour l'année 1818, où se trouve la description de l'appareil dont il s'est servi.

Nous nous arrêterons à celles-ci avec d'autant plus de confiance que leurs résultats diffèrent très-peu de ceux que M. Brown avait obtenus peu de temps auparavant.

D'après ces épreuves, un prisme à base carrée d'un quart de pouce anglais de côté se rompit par un effort de traction de 1200 livres *avoir du poids*.

En exprimant ces résultats en mesures françaises, on peut dire que l'adhésion des molécules de fonte sur un centimètre carré de surface est équivalente à un effort de traction de 1348 kilogrammes.

Veut-on, par exemple, connaître l'épaisseur d'un tuyau de fonte horizontal d'un mètre de diamètre, et qui aurait à supporter une colonne d'eau égale en poids à celui de l'atmosphère sur la même base ? on trouve que cette épaisseur doit être d'environ $\frac{41}{100}$ de millimètre, que nous porterons en nombre rond, et plus facile à retenir à un demi-millimètre.

Les épaisseurs des tuyaux étant proportionnelles aux charges, il s'ensuit que pour qu'un tuyau de fonte d'un mètre de vide fût au moment de se rompre sous la charge de 100 atmosphères, il suffirait de lui donner 50 millimètres d'épaisseur.

Ceci explique comment, dans l'expérience de Mariotte, un cylindre de fer-blanc d'un pied de diamètre supporta, sans se rompre, 100 pieds de hauteur d'eau, et ne se déchira sous cette charge que dans la ligne verticale suivant laquelle les bords de la feuille dont ce cylindre était formé avaient été rapprochés et soudés à l'étain, attendu que la ténacité de ce métal est environ quinze fois moindre que celle du fer.

Ceci explique encore comment les tuyaux de conduite en fonte qui servent à élever d'un seul jet les eaux de la Seine jusqu'au sommet de la montagne de Marly, à près de 500 pieds de hauteur, et dont la partie inférieure soutient par conséquent une charge équivalente au poids de près de 15 atmosphères, résistent à cette charge avec

une force surabondante, leur diamètre étant de 8 pouces et leur épaisseur de 6 ou 7 lignes.

En appliquant ces principes de théorie et ces données de l'expérience à la recherche de la résistance dont est capable une chaudière cylindrique en fonte de fer d'un mètre de diamètre et de 15 lignes d'épaisseur, on trouve que cette résistance ferait équilibre à une pression équivalente au poids de 67 atmosphères, c'est-à-dire, à une pression dix ou onze fois plus forte que celle qu'exerce ordinairement la vapeur d'eau dans les machines de cette espèce où la vapeur serait tenue à un état de tension de six à sept atmosphères.

Remarquons maintenant que, dans les calculs dont nous venons d'exposer les résultats, nous avons négligé la résistance qui provient de l'adhérence des cylindres aux plateaux qui en forment les bases; adhérence en vertu de laquelle il faut que ces plateaux se déchirent aussi suivant un de leurs diamètres en même temps que le cylindre : or, en nous renfermant dans l'exemple que nous avons pris, on trouve qu'en donnant au fond de la chaudière, comme à sa partie cylindrique, 34 millimètres d'épaisseur, ce fond de chaudière résistera, suivant son diamètre, à une force de traction de 4,583,200 kilogrammes.

De sorte qu'en supposant à cette chaudière 2 mètres de longueur et ses deux fonds également épais, chacun d'eux serait capable de résister à une tension de vapeur équivalente au poids de 450 atmosphères environ.

En général on peut regarder la résistance des chaudières, suivant leurs fonds, comme infinie, eu égard à leur résistance suivant leur longueur. On conçoit qu'alors

elles ne doivent point se rompre dans le plan de leur axe, mais suivant une ligne à double courbure tracée sur leur surface cylindrique, d'après cette condition, que cette ligne de rupture étant de longueur constante, la somme des produits du rayon du cylindre supposé horizontal par l'ordonnée verticale de la courbe cherchée soit un *maximum*, ces ordonnées verticales étant mesurées à partir d'un plan tangent au cylindre parallèlement à son axe, et cette somme de produits étant prise depuis le milieu de la chaudière jusqu'à chacune de ses extrémités. La solution de cette question dépend, comme on voit, d'une application utile de la méthode des variations ; et elle apprend qu'avec les épaisseurs qu'on est dans l'usage de donner aux chaudières de fonte des machines à haute pression, ces chaudières sont capables de résister à l'action qui tend à les rompre avec une force d'adhésion qui est au moins cinquante ou soixante fois plus considérable que celle qui serait capable de faire équilibre à cette action. Ce ne peut donc être que par l'effet de soufflures ou par suite de quelques défauts de fabrication qui avaient détruit l'homogénéité de la matière, qu'il est arrivé en Angleterre des accidens qu'on aurait indubitablement prévenus si l'on avait soumis les chaudières qui ont éclaté à des épreuves préalables, en leur faisant supporter, au moyen de la presse hydraulique, un effort quinze ou vingt fois plus considérable que celui auquel elles étaient destinées à résister.

Ces épreuves, qui ne présentent aucune difficulté et qui sont analogues à celles que l'on fait subir aux pièces d'artillerie avant de les livrer aux arsenaux, donneront

toute la garantie désirable, et laisseront à la libre disposition de l'industrie un système de machines à vapeur qui a sur l'ancien l'avantage incontestable de produire une quantité donnée de force motrice, avec une économie de combustible de 30 ou 40 pour cent.

C'est à cet avantage prodigieux que les manufacturiers ne pouvaient manquer d'apprécier qu'il faut attribuer la rapidité véritablement extraordinaire avec laquelle l'emploi des machines à haute et moyenne pression s'est propagé; car il convient de rappeler ici que la première patente accordée, pour l'emploi de ces machines, à leur inventeur, M. Arthus Woolf, est de 1804; qu'il a apporté successivement à son système des améliorations successives pour lesquelles il a obtenu de nouveaux priviléges en 1805 et en 1810; et que depuis cette époque ces machines se sont singulièrement multipliées dans toutes les parties de l'Angleterre, et particulièrement dans la province de Cornouailles, où elles sont presqu'exclusivement employées aux travaux d'exploitation des mines dont cette province abonde : il convient de rappeler encore que l'Amérique septentrionale ne connaît guère que les machines à très-haute pression d'Olivier Evans, et l'Amérique méridionale celles qui y sont établies, à-peu-près suivant ce dernier système, par l'ingénieur anglais Trewitik, qui les a importées au Pérou. Il convient de rappeler enfin que depuis 1815, date de l'importation en France des machines de Woolf, le nombre de celles qui y ont été construites forme peut-être aujourd'hui les trois quarts du nombre total des machines à vapeur qui y existent.

Au surplus, il devait en arriver ainsi dans un pays

où les mines de charbon de terre ne sont point encore très-rapprochées, où, faute de canaux, le transport de cette matière est très-dispendieux, où son emploi est en outre grevé de droits considérables, et où par conséquent une économie de 30 ou 40 pour cent dans la consommation de ce combustible doit nécessairement devenir un puissant motif de préférence : aussi, sur trois grands ateliers de machines à vapeur maintenant établis à Paris, deux sont-ils exclusivement consacrés à la fabrication de machines à pression moyenne; aussi est-il arrivé qu'ayant été appelé, dans l'intervalle de quelques semaines, à donner un avis sur l'établissement de cinq machines à vapeur différentes, j'en ai trouvé sur ce nombre quatre qui étaient à haute et moyenne pression; conséquence nécessaire des avantages que l'industrie particulière retire de leur emploi.

Dans la dernière section de son Mémoire, M. Girard discutait l'opportunité de quelques mesures que l'autorité paraît disposée à prendre au sujet des machines à haute pression. L'Académie a renvoyé à une commission spéciale dont M. Girard fait partie, l'examen de cette question difficile, et qui, pour être convenablement résolue, doit être envisagée sous tant de faces diverses : nous ne manquerons certainement pas d'instruire nos lecteurs des conclusions auxquelles on arrivera; pour le moment nous mettrons sous leurs yeux, comme pièce du procès, la traduction d'un article qui a été inséré dans l'*Edimb. philos. Journ.*

Notice *de l'Explosion d'une chaudière à vapeur dans la distillerie de Lochrin.*

Par M. Robert Stevenson,

Écr, Membre de la Société royale d'Edimbourg, Ingénieur civil.

L'Accident alarmant qui eut lieu dans la distillerie de Lochrin, le 2 avril dernier, vers cinq heures du soir, par l'explosion d'une grande chaudière à vapeur appartenant à une machine à haute pression, ayant fait une grande sensation dans le public, nous nous transportâmes sur le lieu dès le lendemain, M. Adie et moi; nous y fûmes très-bien accueillis par M. Haig, propriétaire de cette fabrique; et il nous communiqua très-franchement tous les détails dont il avait eu connaissance.

Ceux de ces détails qui concernent l'étendue prodigieuse de cet établissement seraient étrangers à l'objet de cette Notice; mais je ne puis omettre de faire remarquer combien sa prospérité intéresse le public, et les agriculteurs en particulier, en disant que le droit seul que les propriétaires paient au Gouvernement sur les produits de leur distillerie de grain, s'élève quelquefois jusqu'à la somme de *quinze mille livres sterling par semaine*. Ainsi, toute circonstance liée à des opérations aussi vastes devient un objet d'intérêt national.

On avait proposé de faire bouillir le liquide dans les immenses alambics de Lochrin, au moyen de la vapeur sous une haute pression, qu'on ferait passer par des tuyaux au travers du liquide : procédé que l'on consi-

dérait comme plus économique que celui des fourneaux ordinaires. En conséquence, rien n'avait été épargné pour rendre la chaudière à vapeur aussi complète et aussi puissante qu'il serait possible. Elle commença à travailler, ainsi que le reste de l'appareil, vers le 21 mars dernier; mais, après environ douze jours d'action, on s'aperçut que quelque chose était dérangé dans l'éprouvette à mercure qui indiquait le degré de pression; on courut à l'ingénieur pour qu'il y portât remède; il n'eut pas le temps d'arriver avant une explosion que les circonstances représentent comme soudaine et d'une force irrésistible.

La chaudière n'avait pas moins de trente-sept pieds de long, sur trois pieds de largeur au fond; deux pieds immédiatement sous le couvercle, et environ quatre pieds de haut. Le fond était convexe, en forme de croissant; construction qui facilite le réchauffement en multipliant les points de contact entre la flamme du combustible et la paroi contiguë au liquide. Le poids total de la chaudière était d'environ neuf tonnes (180 quintaux); celui du dessus et des côtés pouvait s'élever à sept tonnes; masse qui fut détachée du fond par la force expansive de la vapeur, et lancée en haut avec une violence telle qu'elle perça tout à la fois la voûte en briques qui couvrait l'atelier, le toit au-dessus, et s'éleva dans l'air jusqu'à environ soixante-dix pieds avant de redescendre. Le local était flanqué au sud par une masse d'autres bâtimens, mais dégagé du côté du nord; cette circonstance chassa de ce côté la masse projetée, et la fit retomber à la distance de 150 pieds sur l'un des bâtimens de la distillerie, qu'elle enfonça du haut en bas, en brisant même

en pièces l'un des côtés d'une vaste cuve à fermentation fabriquée en fer de fonte, et située au rez-de-chaussée.

Pour donner une idée plus complète de la force élastique de la vapeur qui produisit l'explosion, nous ajouterons que la chaudière était fabriquée avec des bandes de fer malléable, épaisses de $\frac{3}{8}$ de pouce et larges seulement de huit. Pour mieux lier et renforcer sa section transversale, on l'avait établie sur trente-six barres de fer de fonte, de six pouces de profondeur sur deux et demi d'épaisseur, formant comme autant de liens ou cercles autour de son fond demi-circulaire. Nonobstant ces précautions, le couvercle et les côtés de cet énorme vase furent séparés de son fond; et une masse de fer du poids d'environ sept tonnes fut lancée à la hauteur et à la distance qu'on a mentionnées. Il faut surtout remarquer que le fond de la chaudière, quoique soulevé (avec le couvercle et les côtés) jusqu'à la hauteur de quatorze ou quinze pieds au moins, se retrouva au milieu des débris, tout auprès et en dehors du local où le fourneau était établi; et que ce fond, ayant perdu sa forme demi-circulaire, était courbé anguleusement dans le sens opposé, c'est-à-dire que le côté naturellement convexe était devenu concave.

Ces circonstances montrent d'une manière bien frappante la puissance prodigieuse des agens qu'on emploie dans de tels appareils, et par conséquent la responsabilité qui est inséparable de l'emploi de la vapeur à haute pression dans une manufacture où un nombre d'individus et une masse de propriétés sont exposés à sa violence accidentelle. On doit croire que les propriétaires, bien au fait de ce danger, avaient pris toutes les précautions

possibles pour y soustraire leur établissement ; toutefois une explosion eut lieu, et deux des ouvriers en furent victimes. On trouva la tête de l'un partagée en deux ; les jambes de l'autre demeurèrent dans l'intérieur de l'édifice, tandis que son corps fut découvert sous les débris au dehors. Cependant on doit compter parmi les circonstances singulières de l'événement, le petit nombre de ses victimes et des objets détruits dans un lieu encombré d'allans et de venans, et de marchandises combustibles.

Il s'éleva de la chaudière dans l'air, au moment de l'explosion, une grande quantité de vapeur dont une partie se condensa sur le haut des murailles des bâtimens voisins, qui paraissaient comme si on venait de leur donner une couche partielle de blanc. On entendit de loin comme un éclat de tonnerre, tandis qu'il ne paraît pas qu'à l'intérieur l'explosion ait semblé particulièrement bruyante. On peut ajouter que la secousse du sol produite par cette explosion fut sentie distinctement à la distance d'un mille de la distillerie.

On ne peut remonter actuellement avec certitude à la cause de cet accident ; mais il est bon de remarquer que les côtés et le couvercle de la chaudière furent séparés du fond dans une direction horizontale, et le long d'une rangée des trous des rivures, d'une manière aussi régulière que si on eût coupé le fer avec de fortes cisailles. Nous sommes portés à croire qu'on avait trop multiplié, dans la construction de la chaudière, les clous de rivure ; car les bandes, qui n'avaient que huit pouces de large, se recouvraient réciproquement de quatre pouces, et étaient ensuite rivées de telle manière qu'il n'y avait

sur toute la surface de la chaudière que des bandes de quatre pouces de large qui fussent sans trous ; et comme ceux-ci n'étaient qu'à un pouce et un quart les uns des autres, il y avait dans leur alignement à-peu-près autant de vide que de plein dans la bande de fer ainsi percée. Si donc ces bandes, qui étaient d'une épaisseur suffisante, avaient été assemblées d'une manière plus judicieuse avec moins de trous, et si les bandes transversales qui soutenaient le fond eussent été rivées et fortement liées avec les cornes ou pointes du croissant qui formait ce fond, il est à croire que l'assemblage aurait pu résister à une force expansive plus grande que le *maximum* de celle calculée.

Dans la construction des chaudières, l'ouvrage devrait être dirigé par l'artiste de telle sorte que les bandes fussent assemblées de manière que le bord de l'une tombât sur le milieu des deux contiguës, de part et d'autre. Dans cette disposition, les bandes du bord supérieur et inférieur seraient aussi latérales, et le vase en aurait bien plus de force aux angles. Il faut aussi donner beaucoup d'attention à la correspondance exacte des trous. Le ciseau ou mandrin d'acier avec lequel on les perce doit être bien régulièrement cylindrique ou à peine sensiblement conique, afin que la fibre du fer soit le moins dérangée qu'il est possible dans cette opération : lorsqu'elle l'a comme tourmenté, le fer prend cet état que les ouvriers désignent par l'épithète de *cold-short*, et sa tenacité devient moindre dans les intervalles solides qui séparent les trous. Ceux-ci doivent être percés en zigzag, et non en rangées droites, comme on le fait quelquefois.

Pour remonter à la cause immédiate de l'explosion, on a supposé que le bord supérieur du fond demi-circulaire de la chaudière avait été chauffé mal-à-propos jusqu'au rouge, et qu'un jet de l'eau du réservoir qui l'alimente, introduit par accident dans l'intérieur, s'était vaporisé subitement, d'où était résulté cette force élastique prodigieuse qui avait lancé la moitié supérieure de la chaudière en l'air comme une fusée volante.

Dans les premiers essais qu'on en fit à Lochrin, on trouva que, malgré son poids de neuf tonnes, elle vibrait par l'effet de la force élastique de la vapeur, d'une manière qui répondait à une pression de soixante livres environ, sur chaque pouce carré de sa surface. On la réduisit, par l'ordre exprès de M. Haig, à quarante livres pesant, par pouce, et une des soupapes de sûreté, chargée de ce poids, fut mise sous clef et confiée à l'inspecteur des travaux; mais on a lieu de croire que par quelque négligence la pression fut considérablement augmentée. Si on suppose que la vitesse initiale de la moitié supérieure lancée en l'air fût d'environ quatre-vingts pieds par seconde, sa force de projection équivalait au moins à sept cent vingt tonnes. Il est probable, après tout, que l'impulsion totale résultant de la force expansive, dut atteindre l'équivalent d'une pression de trois mille trois cent quatre-vingts tonnes sur la surface entière de la chaudière, c'est-à-dire, deux cent quinze livres par pouce carré.

La force élastique de la vapeur dans les machines à condensateur construites d'après les principes de Watt et Buolton, est actuellement réduite de deux jusqu'à cinq livres sur le pouce carré; mais, dans les machines

de Trevethick ou de Woolf, à haute pression, dans lesquelles on ne condense point la vapeur, on porte souvent son élasticité jusqu'à quatre-vingts livres sur le pouce carré, et au-delà. Il faut donc de bien grandes précautions dans l'application de ce principe pour se mettre à l'abri des accidens.

Toutefois ceux de l'espèce arrivée à Lochrin peuvent être prévenus sans difficulté. Il suffit de maintenir en plein et facile jeu les soupapes de sûreté ; de donner une attention constante aux mouvemens de la colonne mercurielle qui mesure la pression ; enfin, d'entretenir régulièrement le feu qui chauffe, et l'eau qui alimente la chaudière, pour se soustraire aux risques d'une explosion.

Un des perfectionnemens encore à désirer, dans ces machines si puissantes, est la construction d'une soupape de sûreté qui dépende le moins possible des ouvriers dans sa manière d'opérer. M. Adie propose, à ce sujet, de placer à quelque endroit du couvercle un disque de cuivre laminé, de tenacité connue, et assez inférieure à celle de la matière du couvercle pour céder à la force expansive de la vapeur lorsque celle-ci dépasse d'une moitié en sus celle sous laquelle la machine travaille à l'ordinaire. Pour plus grande sûreté des ouvriers, on pourrait adapter à ce régulateur un conduit de bois ou de métal qui s'élèverait de douze à quatorze pieds au-dessus de la chaudière.

Dans une seconde visite du local faite par des experts, on examina de plus près l'état des parties de la chaudière qui avaient été le plus exposées au feu ; on remarqua, vers l'extrémité la plus éloignée de la porte du

fourneau, que le fer était brunâtre, comme il le devient lorsqu'on le refroidit brusquement après l'avoir fait rougir; d'autre part, on trouva, près de l'entrée du foyer, qu'une portion d'un bouchon de plomb qui fermait l'un des trous des rivures n'avait pas été fondue. Ce plomb avait été mis là comme par précaution contre l'accident, que sa présence ne prévint pourtant pas. Cependant, si la partie de la chaudière voisine du foyer eût été chauffée au rouge, comme on le supposait, le plomb se serait certainement fondu. Mais aussi il serait possible que, dans une chaudière longue de trente-sept pieds, la chaleur inégale du fond la fît se voiler, de manière qu'une portion pût conserver de l'eau, tandis que l'autre, qui serait à sec, se chaufferait au rouge; et qu'alors un jet d'eau introduit sur celle-ci eût produit soudain l'explosion.

On pourrait difficilement imaginer qu'un effet aussi subit et aussi violent pût provenir de la vapeur formée à la manière ordinaire; car le couvercle était muni de deux soupapes de sûreté, qui n'étaient, à ce qu'on assure, chargées que de quarante livres par pouce carré. Il est d'autant plus probable que l'accident fut provoqué par une arrivée brusque d'eau froide sur le fond rouge de la chaudière, que le corps de l'un des malheureux ouvriers victimes de l'événement fut trouvé tout auprès du robinet, dont l'ouverture put produire l'explosion. On ne saurait comment expliquer d'une autre manière la production subite d'une pression de plus de deux cents livres au pouce carré, force nécessaire pour briser cette chaudière, et en lancer les deux tiers en l'air à soixante-dix pieds de haut.

Malgré ces conjectures, il reste encore bien des incertitudes sur la vraie cause de l'explosion. Si les soupapes n'ont pas subi un dérangement des plus extraordinaires, comment ont-elles permis que la vapeur acquît graduellement une force élastique capable de produire une explosion semblable aux plus violens effets de la poudre à canon ? Mais, d'autre part, si la vaporisation, aussi prodigieuse que brusque, de l'eau tombant sur du fer incandescent a eu lieu, les soupapes, quoique jouant très-bien, n'ont pu suffire à donner l'évent à la masse de vapeur formée ; et le couvercle entier a été soulevé et lancé par elle à la fois. Une de ces soupapes fut projetée séparément à une très-grande hauteur et dans une direction différente de celle de la chaudière ; dans sa chute, elle perça, comme l'aurait fait une bombe, le toit d'une maison assez éloignée; et il s'en fallut de très-peu qu'elle ne tombât sur l'un des individus qui l'habitaient, et qu'elle aurait infailliblement privé de la vie si elle l'eût atteint. (*Bibl. univ.*)

Essai *sur la Composition chimique des minéraux qui affectent la forme cristalline du pyroxène.*

Par Mr Henri Rose.

(Extrait des *Mémoires* de l'Académie des Sciences de Stockholm, pour l'année 1820.)

Parmi les espèces minérales cristallisées, il y en a quelques-unes dont les variétés ont la même forme et la même composition, quoiqu'elles se rencontrent dans les endroits les plus éloignés les uns des autres; mais on

en trouve aussi d'autres dont les variétés, quoique présentant la même forme, font voir la plus grande hétérogénéité dans leur composition. Le feldspath, l'émeraude, l'apophyllite et d'autres nous offrent des exemples pour le premier cas; le pyroxène, l'amphibole, le grenat et le mica pour le second : ce sont ces corps qui ont présenté les plus grandes difficultés pour établir une classification chimique des minéraux. Il a été jusqu'ici tout-à-fait impossible de les résoudre d'une manière satisfaisante, quoique les minéralogistes les plus distingués aient essayé de le faire.

Mais la plupart de ces anomalies disparaîtront sans doute depuis la découverte importante faite par M. Mitscherlich, que quelques corps, ayant le même nombre d'atomes, ont la propriété de se remplacer dans leurs combinaisons sans affecter une autre forme. Il a fait voir que beaucoup d'oxides métalliques, qui possèdent, d'après M. Berzelius, deux atomes d'oxigène, sont de ces corps qui, combinés avec le même acide dans les mêmes proportions, ont une forme égale; d'où il résulte que, si l'on pouvait les présenter dans un état isolé, ils affecteraient la même forme, ou qu'ils seraient *isomorphes*, d'après l'expression de M. Mistcherlich. Ce chimiste a fait ses expériences sur des cristaux artificiels des sulfates de ces bases oxidées : elles sont tout-à-fait convaincantes et confirment la nature isomorphe de ces oxides, de manière à ne pouvoir en douter. Comme les combinaisons cristallisées qu'on trouve dans la nature inorganique sont entièrement analogues aux sels que nous produisons journellement dans nos laboratoires, nous pouvons y appliquer les découvertes de M. Mistcherlich.

C'est ce qui m'a engagé à m'occuper d'une famille minéralogique qui depuis long-temps a beaucoup embarrassé les minéralogistes, qui se sont occupés de la composition chimique des minéraux; je veux parler de la famille des pyroxènes. Un assez grand nombre d'analyses de différens pyroxènes m'ont mis en état de résoudre ces difficultés, et j'espère que les résultats que j'ai obtenus paraîtront satisfaisans.

D'après M. Haüy, tout est pyroxène; il réunit dans cette seule espèce tout ce que les différentes écoles des minéralogistes nomment *augite*, *malacolithe*, *sahlite*, *baikalite*, *koccolithe*, *alalite*, *mussite*, *diopside* et *fassaite*, parce qu'il a démontré que la forme cristalline de tous ces minéraux est la même. Ce sont les mêmes minéraux que MM. Weiss et Mohs comprennent sous le nom d'*augite*, et M. Hausmann sous celui de *pentaklasite*. Werner a placé encore quelques autres minéraux dans la famille des augites, par exemple, la carinthine; mais M. Haüy a fait voir que c'était une amphibole.

La chimie ne pouvait jusqu'à présent approuver la réunion de ces substances, parce qu'elle considérait en même temps la composition et la forme. J'essayerai cependant de prouver, par mes analyses des différens pyroxènes, en profitant des découvertes de M. Mitscherlich, qu'une détermination chimique de ces minéraux est possible.

Parmi les oxides isomorphes contenant deux atomes d'oxigène, se trouvent la chaux, la magnésie, le protoxide de fer et le protoxide de manganèse. Ces oxides, combinés avec l'acide carbonique, de manière que l'oxigène de l'acide soit à l'oxigène de l'oxide comme

2 : 1; ces oxides, dis-je, forment le spath calcaire, le spath magnésien, le fer spathique et le spath manganésien. Autrefois on ne pouvait concevoir pourquoi ces corps possédaient tous une forme égale; aujourd'hui non-seulement on conçoit facilement que leur forme doit être la même, mais, si cela n'était pas, on ne saurait l'expliquer convenablement (1).

La composition chimique des pyroxènes a beaucoup de ressemblance avec celle de ces carbonates. On trouve que la silice y est toujours combinée avec les bases, de manière que l'oxigène de la silice est en rapport avec l'oxigène des bases, comme 2 : 1. Ces bases sont les mêmes que celles des carbonates dont nous venons de parler; on en trouve, dans les différens pyroxènes, tantôt trois, tantôt deux seulement, dans des proportions variées; mais quoique cette variété soit très-grande, cependant le rapport de l'oxigène de la silice à l'oxigène des bases reste constant. Il en est de même de ces carbonates, qui peuvent se combiner dans les proportions les plus variées sans que ni la forme ni le rapport réciproque qui existe entre l'acide et les bases soient altérés.

Je ne parlerai pas des méthodes que j'ai suivies dans mes analyses; je remarquerai seulement que j'ai eu le bonheur de les faire toutes à Stockholm, dans le laboratoire de M. Berzelius, où j'ai eu occasion d'étudier

---

(1) Il y a cependant, comme on sait, de petites différences dans les angles des rhomboïdes de ces substances; mais M. Mitscherlich les explique d'une manière satisfaisante. (*Annales de Chimie*, t. XIX, p. 377.)

les meilleures méthodes. La plupart de ces analyses ont été répétées au moins une fois.

Je classerai les minéraux qui affectent la forme du pyroxène en quatre groupes, selon leurs bases, savoir :

I. Les pyroxènes dont les bases sont la chaux et la magnésie ;

II. Les pyroxènes dont les bases sont la chaux et le protoxide de fer ;

III. Les pyroxènes dont les bases sont la chaux, la magnésie et le protoxide de fer, avec plus ou moins de protoxide de manganèse ;

IV. Les pyroxènes dont les bases sont le protoxide de manganèse avec la chaux.

I. *Pyroxènes dont les bases sont la chaux et la magnésie.*

Ce groupe comprend des pyroxènes, pour la plupart blancs et diaphanes, qui quelquefois seulement sont colorés en jaune et en vert par des parties non essentielles. Le rapport de la chaux et de la magnésie est le même dans presque tous ceux qui ont été analysés : ces deux bases ont la même quantité d'oxigène. L'oxigène de la silice est, d'après la loi que j'ai énoncée, le double de l'oxigène des bases. La formule minéralogique est par conséquent $CS^2 + MS^2$.

1. Le pyroxène blanc d'Orrijerius, en Finlande, contient, d'après mon analyse :

		Oxigène.
Silice	54,64	27,48.
Chaux	24,94	7,00.
Magnésie	18,00	6,97.
Magnésie et oxide de manganèse	2,00	
Oxide de fer	1,08.	
	100,66.	

2. Le pyroxène jaunâtre de Langbanshyttan, en Wermland, contient, d'après mon analyse :

		Oxigène.
Silice,	55,32	27,82.
Chaux,	23,01	6,46.
Magnésie,	16,99	6,58.
Oxide de manganèse,	1,59	
Oxide de fer,	2,16.	
	99,07.	

3. Le pyroxène verdâtre de Langbanshyttan, en Wermland, contient, d'après l'analyse de M. Hisinger (1) :

		Oxigène.
Silice,	54,18	27,25.
Chaux,	22,72	6,38.
Magnésie,	17,81	6,89.
Oxide de manganèse,	2,18	
Oxide de fer,	1,45	
Perte par la chaleur,	1,20.	
	99,54.	

4. Le pyroxène blanc de Tammara, en Finlande, contient, d'après l'analyse de M. Bonsdorf :

		Oxigène.
Silice,	54,83	27,58.
Chaux,	24,76	6,95.
Magnésie,	18,55	7,18.
Alumine,	0,28	
Oxide de fer,	0,99	
Perte par la chaleur,	0,32.	
	99,73.	

(1) *Afhandlingar i Fysik*, t. III, p. 291.

5. Le pyroxène blanc de Tjôtten, en Norwège, contient, d'après l'analyse de M. le comte de Wachtmeister (1) :

		Oxigène.
Silice,	57,40	28,87.
Chaux,	23,10	6,48.
Magnésie,	16,74	6,48.
Alumine,	0,43	
Oxide de fer,	0,20.	
	97,87.	

Parmi tous les pyroxènes de cette section qui ont été analysés, ce n'est que :

6. Le pyroxène de Pargas, qui diffère des autres. Il contient, d'après l'analyse de M. de Nordenskiôld (2) :

		Oxigène.
Silice,	55,40	27,7.
Chaux,	15,70	4,4.
Magnésie,	22,57	9,3.
Oxide de manganèse,	6,43	
Alumine,	2,83	
Oxide de fer,	2,50.	
	99,43.	

La formule minéralogique de ce pyroxène est par conséquent $CS^2 + 2MS^2$

(1) *Mémoires* de l'Académie des Sciences de Stockholm, 1820, page 102.

(2) *Nordenskiôld's Bidrag*, e. c. q. s., pag. 70.

II. *Pyroxènes dont les bases sont la chaux et le protoxide de fer.*

1. Hédenbergite de Tunaberg, en Sudermannie, contient, d'après mon analyse :

		Oxigène.
Silice	49,01	24,65.
Chaux	20,87	5,86.
Protoxide de fer	26,08	5,93.
Magnésie et oxide de manganèse.	2,98.	
	98,94.	

La formule minéralogique est par conséquent :

$$CS^2 + fS^2 \text{ (1)}.$$

III. *Pyroxènes dont les bases sont la chaux, la magnésie et le protoxide de fer, avec plus ou moins de protoxide de manganèse.*

On ne trouvera pas, dans les pyroxènes de cette section, un rapport constant des bases, d'autant plus que les pyroxènes provenant du même endroit varient quel-

(1) M. Hédenberg a découvert et analysé le premier ce minéral. Le résultat de son analyse n'est cependant point d'accord avec le mien. J'ai analysé non-seulement des échantillons de la collection de M. Berzelius, mais aussi des fragmens que j'ai trouvés moi-même à Tunaberg.

M. Haüy a cru que la forme primitive de l'hédenbergite diffère de toutes les autres. (*Annales de Chimie*, t. XIV, p. 308.) On peut cependant se convaincre facilement, par les mesures des angles, que c'est un pyroxène.

quefois dans leur composition ; mais tous observent la loi que j'ai déjà énoncée, c'est-à-dire que l'oxigène des bases pris ensemble est la moitié de l'oxigène de la silice.

1. Le pyroxène vert de Björmyresveden, en Dalécarlie, contient, d'après mon analyse :

		Oxigène.
Silice,	54,08	27,20.
Chaux,	23,47	6,59.
Magnésie,	11,49	4,45.
Protoxide de fer,	10,02	2,28.
Oxide de manganèse,	0,61.	
	99,67.	

La formule minéralogique de ce pyroxène paraît être $fS^2 + 2MS^2 + 3CS^2$; mais probablement c'est seulement $fS^2 + CS^2$, mêlé avec $MS^2 + CS^2$.

2. Une autre variété de pyroxène vert de Björmyresveden contient, d'après mon analyse :

		Oxigène.
Silice,	54,55	27,45.
Chaux,	20,21	5,68.
Magnésie,	15,25	5,90.
Protoxide de fer,	8,14	1,85.
Alumine,	0,14	
Oxide de manganèse,	0,73.	
	99,02.	

La formule minéralogique est par conséquent :

$CS^2 + MS^2$, mêlé avec fS^2.

3. Le pyroxène noir de Taberg, en Wermland, contient, d'après mon analyse :

		Oxigène.
Silice,	53,36	26,84.
Chaux,	22,19	6,23.
Protoxide de fer,	17,38	3,95.
Magnésie,	4,99	1,93.
Oxide de manganèse,	0,09.	
	98,01.	

Ce pyroxène, par son extérieur, ressemble beaucoup au hédenbergite. Lorsque la quantité de magnésie qui s'y trouve est négligée, il appartient aux pyroxènes de la seconde section.

4. Le pyroxène verdâtre de Sahla contient, d'après mon analyse :

		Oxigène.
Silice,	54,86	27,59.
Chaux,	23,57	6,62.
Magnésie,	16,49	6,38.
Protoxide de fer,	4,44	1,00.
Oxide de manganèse,	0,42	
Alumine,	0,21.	
	99,99.	

La composition de ce pyroxène serait celle d'un pyroxène de la première section s'il ne contenait une petite quantité de fer. Exposé à la flamme du chalumeau, on observe les mêmes phénomènes que dans les pyroxènes dont les bases se composent seulement de chaux et de magnésie.

Néanmoins il se trouve à Sahla d'autres variétés qui, quoiqu'elles ressemblent par leur forme à ces pyroxènes, ont cependant une toute autre composition et se distinguent par leurs caractères chimiques. Le pyroxène dont j'ai parlé d'abord est fusible à la flamme du chalumeau comme tous les pyroxènes de sa composition; les autres, au contraire, sont presque infusibles; ils suintent seulement lorsqu'ils sont employés en poudre : exposés dans une fiole à une chaleur modérée, ils donnent de l'eau et deviennent noirs; chauffés au contact de l'air, ils prennent une couleur blanchâtre. En général leur couleur est presque celle du pyroxène fusible; mais ils ont si peu de dureté qu'on peut les rayer avec l'ongle, tandis que l'autre pyroxène donne des étincelles avec l'acier. La forme cristalline de ces pyroxènes n'est pas bien prononcée. Leur masse est tout-à-fait pénétrée de serpentine ou de speckstein, qui quelquefois s'y trouvent mêlés. Ceux-ci cependant ne peuvent être distingués que très-difficilement.

J'ai analysé beaucoup d'échantillons de ces sahlites; mais ce n'était que pour démontrer que ce ne sont que des mélanges de pyroxène et de serpentine ou de speckstein. Voici les résultats moyens des analyses de trois échantillons :

			Oxigène.
I.	Silice,	60,65	30,50.
	Chaux,	4,97	1,39.
	Magnésie,	25,20	9,75.
	Protoxide de fer,	4,18	0,95.
	Oxide de manganèse,	0,78	
	Eau,	4,38.	
		100,16.	

		Oxigène.
II. Silice,	58,08	29,21.
Chaux,	11,24	3,16.
Magnésie,	22,28	8,62.
Protoxide de fer,	5,30	1,20.
Alumine,	0,47	
Eau,	3,11.	
	100,48.	

		Oxigène.
III. Silice,	58,30	29,32.
Chaux,	9,89	2,78.
Magnésie,	24,22	9,37.
Oxide de manganèse,	0,68	.....
Protoxide de fer,	4,24	0,96.
Alumine,	0,11	
Eau,	3,11.	
	100,55.	

C'est sans doute à la serpentine que ces pyroxènes renferment qu'il faut attribuer la propriété qu'ils ont de devenir noirs et de donner de l'eau, étant exposés à la chaleur, dans des vases clos; de devenir blancs, au contraire, lorsqu'ils sont chauffés au contact de l'air; de ne pas fondre, ou d'être d'autant moins fusibles que leur quantité d'eau augmente. L'eau qu'on en retire a une odeur empyreumatique comme celle de la serpentine et de toutes les pierres qui contiennent beaucoup de magnésie.

5. Le pyroxène rouge-brunâtre de Degerô, en Finlande, contient, d'après l'analyse de M. Berzelius (1) :

		Oxigène.
Silice,	50,00	25,15.
Chaux,	20,00	5,62.
Magnésie,	4,50	1,74.
Protoxide de fer,	18,85	4,29.
Protoxide de manganèse,	3,00	0,66.
Perte,	0,90.	
	97,25.	

IV. *Pyroxènes dont les bases sont le protoxide de manganèse avec de la chaux.*

1. Le pyroxène rouge de Langbanshyttan, en Wermland.

C'est ainsi que je nomme le manganèse oxidé silicifère rouge de M. Haüy (*rothmanganerz*, d'après MM. Karsten et Weiss; *rothstein*, d'après M. Hausmann) qui se trouve ordinairement en masses compactes en Sibérie, en Transylvanie, au Hartz; mais ce n'est qu'à Langbanshyttan, en Wermland, qu'on le trouve, ayant une texture feuilletée très-prononcée, qui est celle du pyroxène; ce qui se confirme par une analyse de M. Berzelius, d'après laquelle ce minéral est un silicate du protoxide de manganèse combiné avec un peu de bi-silicate de chaux (2).

(1) *Afhandlingar i Fysik*, t. II, p. 208.

(2) *Afhandlingar i Fysik*, t. IV, p. 312.

		Oxigène.
Silice,	48,00	23,80.
Protoxide de manganèse,	49,04	10,76.
Chaux,	3,12	0,87.
Magnésie,	0,22	
Oxide de fer, une trace.		
	100,38.	

La formule minéralogique est $CS^2 + 12\,mgS^2$, ou, si l'on néglige le peu de CS^2, seulement mgS^2.

Outre les pyroxènes de ces quatre sections, on en trouve cependant encore quelques-uns qui contiennent de l'alumine. Ils sont rares, et la quantité d'alumine ne passe pas 7 pour cent. L'alumine qui renferme trois atomes d'oxigène n'est pas une base qui puisse être isomorphe avec une autre qui ne contient que deux atomes d'oxigène. La présence de l'alumine dans les pyroxènes n'est donc par conséquent rien moins que constatée. Il paraît que la quantité d'alumine augmente au même degré que la quantité de silice diminue, de sorte qu'il est probable que l'alumine se trouve dans les pyroxènes comme un aluminate ou comme un silicate d'alumine. Les pyroxènes qui contiennent de l'alumine sont le pyroxène noir de Frascati, analysé par Klaproth (1), le

(1) Dans tous les pyroxènes que Klaproth a analysés, il a trouvé de l'alumine; mais celui de Frascati seul est un vrai pyroxène. Le pyroxène de la Saualpe (Beiträge. IV. 185) est un amphibole; le pyroxène scoriacé de Sicile (Beiträge. IV. 190), qui contient 16 pour cent d'alumine, ne se trouve qu'en masses compactes, et n'est, d'après M. Weiss, qu'une obsidienne. Les pyroxènes du Rhongebirge (Beiträge. V.

pyroxène de l'Etna, analysé par M. Vauquelin, et le pyroxène foncé de Pargas, analysé par M. de Nordenskiold.

Résumé *des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris, en* 1822.

Tableau *de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure.

Noms des mois.	Températures moyennes.	Température moyenne de 9 heures du matin.	Température moyenne des caves.	Etat moyen de l'hygromè. de Saussure, à 3 heures après midi.
Janvier.	+ 4°,4	+ 3°,8	12°,081	72°
Février.	+ 6,1	+ 5,4	12,087	61
Mars.	+ 9,9	+ 10,3	12,100	50
Avril.	+ 11,1	+ 12,7	12,090	42
Mai.	+ 16,7	+ 18,6	12,093	69
Juin.	+ 21,2	+ 22,8	12,098	70
Juillet.	+ 18,9	+ 20,6	12,098	69
Août.	+ 18,9	+ 20,6	12,099	69
Septemb.	+ 15,9	+ 16,4	12,099	73
Octobre.	+ 13,2	+ 13,0	12,101	81
Novemb.	+ 9,0	+ 8,4	12,103	89
Décemb.	— 0,5	— 1,8	12,104	86
Moyenn.	12,07	12,57	12,096	69

155) ne se trouvent qu'en masses compactes sans les moindres signes d'une texture feuilletée; par conséquent ils ne décident rien lorsqu'on cherche un rapport entre la forme et la composition. J'ai examiné le pyroxène de Frascati; j'ai trouvé qu'il renferme tantôt 5, tantôt 7 pour cent d'alumine.

La température moyenne de 1822 surpasse d'environ 1°,5 la température moyenne du climat déterminée par une longue suite d'observations. Cette année, le mois d'octobre, pris isolément, ne donne la vraie moyenne qu'à 1° près. Quant au résultat fourni par les seules observations de 9 heures du matin, il n'aurait été en excès que de 0°,5. Nous sommes conséquemment ramenés de nouveau à l'opinion que les personnes qui n'ont pas le loisir de consulter journellement le thermomètre aux heures des *maxima* et des *minima*, pourront cependant, par les seules observations de 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin, arriver à une détermination suffisamment exacte de la température moyenne *de l'année*.

Le professeur Dewey, de Williamstown, Massachussets, a cherché à déterminer jusqu'à quel point les demi-sommes des températures *maxima* et *minima* donnent de bons résultats. Pour cela, il s'est astreint à observer le thermomètre d'heure en heure, c'est-à-dire, vingt-quatre fois par jour, pendant trente jours distribués sur toutes les saisons de l'année. Les nombres déduits de l'ensemble des vingt-quatre observations journalières peuvent évidemment être considérés comme les vraies moyennes : voyons ce que d'autres combinaisons ont fourni :

Moyenne des vingt-quatre observations journalières faites, durant trente jours, en 1816 et 1817. + 5°,3 centig.
Moyenne de l'ensemble des *maxima* et des *minima* ..... + 5,9
Moyenne des observations de 7 h. du matin et de 2 h. après midi ..... + 5,8
Moyenne des observations faites au lever et au coucher du soleil ..... + 4,9

M. Brewster trouve, d'après les mêmes données, que la combinaison des seules observations de 10 heures du matin et de 10 heures du soir, conduit à des résultats extrêmement peu différens des vraies moyennes, et propose aux météorologistes d'adopter ces deux heures qui, déjà, avaient été recommandées par la Société royale d'Edimbourg; mais il faut remarquer que cet accord dont parle M. Brewster n'a lieu qu'à l'égard de l'année entière, et qu'on aurait à craindre des erreurs d'*un degré*, en plus ou en moins, si on déterminait de la même manière les températures moyennes des différentes saisons.

A Salem, où le Dr Holyoke observe depuis trente-trois ans, la température moyenne est, suivant lui, + 9°,3 centig.

Celle de 8 heures du matin ..... + 8,0

La température moyenne de midi..... + 13,0

La température moyenne du coucher du soleil..... + 9,2

Enfin, celle de 10 heures du soir..... + 6,8

La différence entre la vraie moyenne et 8 heures du matin est plus grande que ne l'avait trouvé le professeur Pictet, à Genève, et que ne le donnent les observations de Paris. On pourrait donc être tenté de supposer que, dans la recherche des températures moyennes, les mêmes heures ne doivent pas être adoptées en Europe et en Amérique; mais il faut remarquer qu'à Genève, comme à Paris, on appelait *température moyenne* la demi-somme des températures *maxima* et *minima*, tandis que le Dr Holyoke a déduit ses résultats journaliers de la combinaison de quatre observations : celles de 8 heures du

matin, de midi, du coucher du soleil et de 10 heures du soir.

Cette année (1822), le thermomètre des caves de l'Observatoire a varié de $\frac{2}{100}$ de degré; retranchant 0°,38 de la moyenne, à cause d'une erreur dans la graduation, nous trouverons qu'à la profondeur de 86 pieds, la température de la terre à Paris est de 11°,716 centig.

Dans l'air, à l'ombre et à l'exposition du nord, les extrêmes de la température ont été :

— 8°,8 le 27 décembre,
et + 33,8 le 10 juin;

le thermomètre a donc parcouru, dans l'année, un intervalle de 42°,6 centigrades.

TABLEAU *des* maxima *et des* minima *moyens du thermomètre centigrade, en* 1822.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM moyen.	MINIMUM moyen.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 6°,2	+ 2°,6	3°,6
Février.	+ 9,4	+ 2,8	6,6
Mars.	+ 14,4	+ 5,5	8,9
Avril.	+ 16,0	+ 6,3	9,7
Mai.	+ 21,8	+ 11,5	10,3
Juin.	+ 26,6	+ 15,8	10,8
Juillet.	+ 23,9	+ 13,9	10,0
Août.	+ 23,8	+ 14,1	9,7
Septembre.	+ 20,4	+ 11,4	9,0
Octobre.	+ 17,1	+ 9,3	7,8
Novembre.	+ 12,0	+ 6,0	6,0
Décembre.	+ 1,5	— 2,5	4,0

TABLEAU *des variations extrêmes du thermomètre en* 1822.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 9°,8	— 3°,5	13°,3
Février.	+ 12,0	— 3,0	15,0
Mars.	+ 21,8	— 1,5	23,3
Avril.	+ 23,3	+ 1,3	22,0
Mai.	+ 29,6	+ 5,3	24,3
Juin.	+ 33,8	+ 11,8	22,0
Juillet.	+ 29,1	+ 9,2	19,9
Août.	+ 30,2	+ 10,0	20,2
Septembre.	+ 27,8	+ 6,2	21,6
Octobre.	+ 24,0	+ 3,2	20,8
Novembre.	+ 18,9	+ 1,2	17,7
Décembre.	+ 8,5	— 8,8	17,3

TABLEAU *de la marche moyenne du baromètre en* 1822.

(Toutes les hauteurs sont réduites à 0° de température.)

Mois.	9 heur. du matin.	Midi.	3 heur. du soir.	9 heur. du soir.
	mm	mm	mm	mm
Janvier.	761,80	761,58	761,27	761,83
Février.	763,75	763,37	762,61	762,90
Mars.	762,20	761,45	760,76	761,39
Avril.	755,93	755,59	754,97	755,66
Mai.	755,01	754,78	754,30	754,77
Juin.	757,96	757,74	757,17	757,51
Juillet.	753,78	753,41	752,89	753,33
Août.	755,92	755,56	754,97	755,51
Septem.	756,04	755,71	755,07	755,43
Octobr.	751,93	751,77	751,43	751,89
Novem.	755,96	755,77	755,28	755,56
Décem.	759,47	759,31	759,04	759,07
Moyen.	757,48	757,17	756,65	757,07

On voit, d'après cette table, que, dans les douze mois de 1822, la hauteur moyenne du baromètre à 9 heures du matin a été supérieure, sans aucune exception, à la hauteur moyenne de 3 heures du soir; et qu'il n'y a pas non plus un seul cas qui n'offre une augmentation de pression atmosphérique entre 3 heures et 9 heures du soir.

TABLEAU *des oscillations extrêmes du baromètre en* 1822.

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
	mm	mm.	mm.
Janvier.	771,00	737,40	33,60
Février.	775,97	749,15	26,82
Mars.	769,58	749,34	20,24
Avril.	766,48	742,56	23,92
Mai.	764,10	741,40	22,70
Juin.	762,96	749,12	13,84
Juillet.	761,72	746,18	15,54
Août.	763,96	748,73	15,23
Septembre.	761,80	740,22	21,58
Octobre.	764,37	735,85	28,52
Novembre.	767,61	743,78	23,83
Décembre.	771,38	734,68	36,70

Les extrêmes du baromètre, en 1822, ont été, comme on voit..... 771^{m},38;
et..... 734,68.

La pression atmosphérique a donc varié, dans l'année, de..... 36,70.

TABLEAU *de la quantité de pluie qui est tombée à l'Observatoire royal, en* 1822, *sur la plate-forme et dans la cour.*

(Nous rappellerons que le récipient de la plate-forme est plus élevé que celui de la cour de 28 mètres ou 86 pieds.)

NOMS des Mois.	PLUIE sur la plate-forme, en centimètres.	PLUIE dans la cour; en centimètres.	NOMBRE de jours de pluie.
	c.	c.	
Janvier.	1,498	1,975	14
Février.	1,826	2,036	7
Mars.	1,808	2,038	7
Avril.	0,710	0,885	8
Mai.	4,222	4,605	12
Juin.	9,226	9,991	15
Juillet.	4,446	4,722	15
Août.	2,229	2,468	16
Septembre.	6,095	6,665	10
Octobre.	3,053	3,760	16
Novembre.	4,940	5,720	16
Décembre.	2,266	2,885	7
Sommes.	42,319	47,750	143

ETAT *des crues de la Seine, en* 1822, *observées au pont de la Tournelle.*

	MAXIMUM de hauteur.	MINIMUM de hauteur.
Janvier,	2m,50, le 8.	1m,55, le 27.
Février,	2,39, le 9.	1,21, le 28.
Mars,	1,30, le 13.	0,85, le 31.
Avril,	0,90, le 3.	0,52, le 23.
Mai,	1,49, le 18.	0,41, le 7.
Juin,	0,70, le 1er.	0,25, le 29.
Juillet,	0,24, le 2.	0,04, le 28.
Août,	0,16, le 2.	—0,09, le 28.
Septembre,	0,11, le 30.	—0,15, le 21.
Octobre,	0,48, le 9.	0,04, le 4.
Novembre,	1,01, le 30.	0,32, le 10.
Décembre,	2,04, le 7.	0,60, le 27.

L'eau moyenne a été, en 1822, de 0m,752.

On voit aussi, par cette table, que les plus hautes eaux ont été observées le 8 janvier, et les plus basses le 21 septembre. Ce dernier jour, le niveau de la Seine était 0m,15 *au-dessous* du zéro de l'échelle qui correspond, comme on sait, aux plus basses eaux de 1719, et est de 0m,37 au-dessus du sol de la rivière.

Etat *des vents, à Paris, en* 1822.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud.-E.	Sud.	Sud-O.	Ouest.	Nord-O
Janv.	5	3	0	0	1	3	7	12
Févr.	4	1	0	5	8	4	3	3
Mars.	1	0	1	6	1	9	10	3
Avril.	6	1	3	2	6	6	3	3
Mai.	10	4	2	1	3	3	6	2
Juin.	4	9	3	0	0	4	10	0
Juill.	1	0	1	0	5	14	8	2
Août.	1	1	3	2	2	6	16	0
Sept.	5	2	4	2	5	5	7	0
Oct.	1	0	0	4	17	7	2	0
Nov.	0	0	0	0	11	14	4	1
Déc.	0	16	5	1	5	0	4	0
Som.	38	37	22	23	64	75	80	26

Etat du ciel, à Paris, en 1822.

Il y a eu, cette année, à Paris :

143 jours de pluie ;
4 jours de neige ;
7 jours de grêle ou grésil ;
48 jours de gelée ;
24 jours de tonnerre ;
Et 122 jours où le ciel a été entièrement couvert.

Tremblemens de terre.

(Supplément au catalogue donné dans le tome XVIII, page 413.)

Le 7 octobre 1821. *Épinal* ; *Remiremont* ; *Plombières*, département des Vosges. Direction des secousses, *sud-nord* ; durée, 30″ ; bruit semblable à celui que font entendre, quand elles tournent avec rapidité, ces sphères creuses et percées d'un trou que les enfans appellent *le Diable*.

Le 22 octobre, au matin. *Inverary*. Bruit semblable à celui que produisent plusieurs voitures en mouvement.

Le 25 décembre, à 8 heures et demie du soir. *Mayence*. Légère secousse. Ce phénomène est remarquable en cela surtout qu'il a coïncidé avec la baisse extraordinaire du baromètre observée le même jour.

Tremblemens de terre en 1822.

Le 8 février. *Landshut* (Bavière). Cinq secousses de tremblement de terre en moins de 80 secondes.

Le 19 février, à 8 heures et demie du matin. *Paris*, *Lyon*, *Bourg*, *Clermont*, *Genève*, *Chambéry*, *etc.*, *etc.* Forte secousse.

(Nous donnerons une histoire détaillée de ce tremblement de terre sur lequel nous avons recueilli beaucoup de renseignemens.)

Le 23 février, à 3 heures 35 minutes de l'après-midi. *Belley* (Ain). Une seule secousse.

Le 31 mai, à 8 heures du matin. *Cognac*, *Angers*, *Tours*, *Bourbon-Vendée*, *Laval*, *Nantes* et *Paris*. La secousse a été assez forte dans les trois premières villes. Personne ne paraît l'avoir ressentie à Paris; mais les mouvemens dont fut subitement agitée, à la même heure, une aiguille aimantée suspendue à un fil, et à l'aide de laquelle on observe les variations diurnes, me firent soupçonner sur-le-champ qu'un tremblement de terre venait d'avoir lieu : les journaux confirmèrent plus tard la conjecture. La direction de la secousse a dû être à-peu-près perpendiculaire au méridien magnétique.

Voici les heures, telles que je les trouve dans la correspondance de MM. les Préfets : *Cognac*, entre 7 h. et 8 h. du matin; *Nantes*, $7^{h.}$ 53′; direction du N. N. E. au S. S. O.; bruit semblable à celui que ferait une voiture pesamment chargée, roulant sur une voûte. *Rennes*, $7^{h.}$ 55′. *Tours*, $7^{h.}$ 35′; direction est-ouest. *Bourbon-Vendée*, $7^{h.}$ 35′; direction nord-ouest au sud-est; bruit sourd semblable à celui que produirait une charrette lourdement chargée, en passant avec vitesse sur un pavé inégal ou sur un pont-levis. *Laval*, $8^{h.}$ 2′ du matin; trois secousses successives et assez fortes; direction du sud-est au nord-ouest.

Le 16 juin, entre $4^{h.}\frac{1}{4}$ et $4^{h.}\frac{1}{2}$ de l'après-midi. *Cherbourg* et tout l'arrondissement. Deux secousses

très-fortes. On n'a rien ressenti ni à *Saint-Lô*, ni dans l'arrondissement de *Coutances*, ni dans ceux de *Mortain* et d'*Avranches*. Peu d'instans après la secousse, on aperçut, au sud, dans la baie du Mont-Saint-Michel, un météore lumineux qui semblait s'élever et fut suivi d'une forte détonation. Dans tout le département de la Manche, il tomba, le même jour, des torrens de pluie.

Le 10 juillet, à 6h. $\frac{3}{4}$. *Lisbonne*. Violente secousse; durée, 6 à 7 secondes; oscillation plutôt verticale qu'horizontale.

Le 29 juillet, à 1h. du matin. *Grenade*. Fort tremblement de terre qui a ébranlé un grand nombre d'édifices, et entr'autres le clocher de la cathédrale. Les secousses se sont renouvelées dans la nuit du 29 au 30 juillet.

Le 1er août, à 8h. du soir. *Martinique*. Une secousse peu remarquable.

Le 8 août..... *Tomsk* (Sibérie). Violente secousse, dirigée du nord au sud.

13 août, à 10h. du soir. *Alep* (Syrie). Tremblement de terre qui a détruit une grande partie de la ville et enseveli sous les décombres plusieurs milliers d'habitans.

Le 16 août..... *Alep*. Nouvelles secousses; les deux tiers de cette grande ville n'existent plus.

Le 5 septembre..... *Alep*. Les secousses de tremblement de terre du 5 septembre ont renversé, dans cette malheureuse ville, les édifices que les premières avaient laissé debout. On rapporte qu'il a péri plus de 20000 habitans. Cette catastrophe s'est

étendue à beaucoup d'autres villes de la Syrie. Le tremblement a été ressenti à Damas et à l'île de Chypre.

Le 10 septembre..... *Carlstadt* (Suède). Fort tremblement de terre précédé d'un bruit semblable à celui du canon, et accompagné de l'apparition d'un grand nombre d'étoiles filantes très-brillantes.

Le 18 septembre, $1^{h.}\frac{1}{2}$ du matin. *Dunston* (près de *Newcastle-upon-Tyne*). Forte secousse, accompagnée d'un bruit semblable à celui d'un tonnerre éloigné.

Le 29 septembre..... *Algésiras* et *Cordoue*. Forte secousse.

Le .. novembre.... *Alep*. Dans la première moitié de ce mois, de forts tremblemens de terre se faisaient presque journellement sentir à *Alep*.

Le 28 novembre, au matin. *Stuttgard*, *Spire*, *Kehl*, *Strasbourg*, *etc.* Assez forte secousse.

Éruptions volcaniques.

Nouveau Volcan.

Dans la nuit du 2 au 3 mars 1820, les habitans de l'archipel Russe, situé à l'extrémité occidentale du nord de l'Amérique, furent épouvantés par de violentes secousses de tremblemens de terre et par de forts bruits souterrains. Le vent soufflait avec fureur du sud-ouest. Tout-à-coup l'atmosphère parut s'enflammer dans toutes les directions ; des nuées de cendre et de sable tombèrent

toute la nuit. Pendant que ces phénomènes se manifestaient à *Unalachka*, un nouveau volcan se formait à *Ourîmak*, île distante de Unalachka de 100 verstes, et il a continué de vomir des colonnes de feu et de fumée jusqu'au mois d'août. Les vapeurs fétides qui s'exhalaient du volcan, une verste à la ronde, n'ont pas permis jusqu'ici d'en approcher. On est persuadé que l'île d'Ourimak a augmenté sensiblement d'étendue. Dans un rayon de trois milles autour du centre du cratère, le sol est entièrement couvert de matières volcaniques.

Volcan de l'île de Banda.

Une éruption de ce volcan eut lieu le 11 juin 1820. Elle commença par la sortie d'une épaisse fumée, accompagnée d'un bruit semblable à celui du tonnerre le plus intense; ensuite de grosses pierres furent projetées en l'air. La nuit, on apercevait une immense colonne de flammes; les tremblemens de terre, les éclairs et le tonnerre se succédaient presque sans interruption. Quatorze jours après, il sortait encore du cratère beaucoup de flamme et de fumée; mais cependant les habitans, qui s'étaient dispersés dans l'île au moment de la première éruption, commençaient alors à rentrer dans leurs demeures.

Volcans d'Islande.

Dans la nuit du 20 décembre 1821, la montagne *Eyafields-Jokull*, située au sud-est de l'Hécla et élevée

de 5500 pieds anglais au-dessus de la mer, jeta par son sommet des torrens de flammes. La terre trembla fortement, et d'immenses masses de neige se précipitèrent dans la vallée. Du 20 décembre au 1er février 1822, la colonne de feu fut constamment visible. Il en partait une abondante pluie de cendres, et même des pierres du poids de 50 à 80 livres qui étaient lancées jusqu'à la distance de près de deux lieues. Depuis l'année 1612, ce volcan n'avait pas fait éruption.

Il paraît, d'après de nouveaux renseignemens, que le même volcan a fait une seconde éruption le 26 juin 1822. On assure que la montagne a crevé près de son pied, et qu'il en est sorti un torrent de laves.

Éruption du Vésuve.

Le 13 février 1822, on entendit, près du Vésuve, deux fortes détonations souterraines. Dans la nuit du 16 au 17, il y eut de nouvelles détonations violentes. Le matin du 17, une épaisse colonne de fumée sortit de la montagne.

Le 19, pluie de cendres, de pierres et de quelques fragmens de laves incandescentes.

Le 21, la lave fondue, qui jusque là était restée renfermée dans le cratère, s'ouvrit un nouveau passage sur la partie méridionale de la montagne, et s'écoula en grande abondance vers l'ermitage de St-Salvator. Les 22 et 23, l'écoulement de la lave liquide continua

avec une vitesse d'une toise environ par minute; mais, le 24, il eut un redoublement d'activité : la montagne paraissait alors toute en feu. Le 25, elle était calme.

Le 4 novembre, le Vésuve continuait à lancer des cendres en grande quantité. Le jour de la Toussaint, la capitale était couverte d'un si épais nuage qu'on avait besoin de flambeaux.

Du 22 au 25 du même mois, l'éruption devint affreuse; c'est, dit-on, la plus considérable de toutes celles qui ont eu lieu depuis la destruction de Pompéia. Les cendres projetées étaient en quantités si énormes qu'on voyait à peine, au travers, la coulée de laves. En certains endroits, au pied de la montagne, il y en avait jusqu'à six pieds, et elles empêchaient les communications. Ces cendres sont en poudre presque impalpable, très-dures et de couleur violet très-clair. Etendues sur un cuir, elles aiguisent les canifs. Les éclairs produits par l'électricité; les épouvantables détonations de la montagne, avaient rempli de frayeur les habitans de *Portici, Torre del Greco, etc., etc.* : ils avaient tous abandonné leurs demeures et s'étaient réfugiés à Naples. Le cratère du Vésuve est devenu maintenant inaccessible : il a plus de 800 pieds de profondeur.

Etna.

Il s'est formé sur les flancs de l'Etna un cratère qui, semblable à celui de Maccaluba, ne rejette que des matières terreuses liquéfiées. L'argile qui en forme la plus grande partie est extrêmement fine, et les potiers la

recherchent avec empressement. La matière s'élève quelquefois en gerbe; le plus souvent elle bouillonne seulement.

L'extrait suivant d'un journal tenu à *Catania*, pendant quatorze années consécutives, par M. *Mario Gemmelaro*, nous semble digne d'intéresser les lecteurs, puisqu'il donne, pour ainsi dire, la mesure du degré d'activité qu'a maintenant l'Etna :

1804. Point d'éruption; mais le volcan jeta de la fumée pendant 97 jours. Tremblement de terre sensible le 9 février.

1805. Fumée durant 47 jours; flammes durant 28; éruption du grand cratère en juin; tremblement de terre le 3 juillet.

1806. Fumée, 47 jours; flammes, 7; détonations, 28 jours; tremblemens de terre le 27 mai et le 10 octobre.

1807. Fumée, 59 jours; tremblemens de terre le 24 février et le 25 novembre.

1808. Fumée, 12 jours; flammes, 102; plusieurs tremblemens de terre, accompagnés de détonations, dans les mois d'août, de septembre et de décembre.

1809. Fumée, 152 jours; flammes, 3; détonations, 11 jours; éruption, du 27 mars au 8 avril; tremblemens en janvier, février, mars, avril, mai, septembre et décembre : le plus fort eut lieu le 27 mars.

1810. Fumée, 21 jours; flammes, 6 jours; point d'éruption : mais, dans la nuit du 16 au 17 février, le volcan produisit un bruit très-fort suivi de quatre temblemens de terre, dont l'un fut ressenti à Malte, en Afrique, et même à l'île de Chypre.

1811. Bruit très-intense le 25 et le 26 octobre. Le 27, la montagne creva sur son flanc oriental, et il sortit par l'ouverture un torrent de laves. Grand nombre de petits tremblemens de terre; celui du 27 mars fut ressenti dans toute l'île.

1812. Le cratère du 27 octobre 1811 resta ouvert jusqu'au 24 avril 1812, et il en sortit une énorme quantité de lave. Après, le volcan fuma un peu durant 6 jours. Un monticule, que les habitans de Catane appelèrent *le Mont-Saint-Simon,* se forma la même année. Il n'y eut point de tremblement de terre.

1813. Fumée, 28 jours. Le nouveau Mont-Saint-Simon jeta lui-même de la fumée le 30 juin et le 5 août. Deux tremblemens de terre; forte odeur d'ammoniaque le 16 janvier, pendant une bourrasque.

1814. Fumée, seulement 5 jours. Soudaine éruption de cendres venant de la partie de la montagne nommée le *Zoccolaro* et de la *Timpa del Barile,* le 3 novembre. Ce phénomène ne fut précédé d'aucun bruit, mais un tremblement de terre lui succéda.

1815. Fumée, 42 jours. Tremblement de terre le 6 septembre.

1816. Fumée, 27 jours ; point de tremblement de terre. Une portion de la partie intérieure du grand cratère tomba dans le fond, ce qui produisit un très-grand bruit.

1817. Fumée, 22 jours. Tremblement de terre le 18 octobre.

1818. Fumée, 24 jours. 25 tremblemens de terre ; le plus fort eut lieu le 20 février.

(*Journ. of Sc.* Janv. 1823.)

M. Gemmelaro rapporte, dans son Journal, un fait que nous n'osons presque pas transcrire tant il paraît bizarre : il assure que le 2 de juin 1814, l'air, près de Catane, était devenu sonore, jusqu'à produire, par le simple mouvement des doigts, des espèces de sifflemens qui même pouvaient être, jusqu'à un certain point, modulés.

Météores lumineux.

Le 16 mars 1822, à 10h. 5′ du soir, on a vu, de la ville de Richmond, en Virginie, un météore lumineux d'une grandeur extraordinaire, se mouvant rapidement du nord-est au sud-ouest. Des étincelles partaient du noyau dans les directions les plus variées. A la fin, il détona, et le bruit s'entendit dans toute la contrée environnante. La large masse de feu qui se développa au moment de l'explosion demeura visible pendant plusieurs minutes.

Le 9 avril, à 9 heures du soir, écrit-on de Rhodès, une longue et resplendissante colonne de lumière se montra dans le ciel ; de nombreuses et vives étincelles en jaillissaient dans tous les sens. Quelques secondes après la disparition complète du phénomène, on entendit le bruit d'une forte explosion.

M. Gay-Lussac a déjà rapporté, dans le tome xx, page 395 et suivantes, l'observation qu'il avait faite à Paris, le 16 août, à $8^{h.}\frac{1}{4}$ du soir, dans la direction de l'ouest tirant un peu sur le sud, d'un météore lumineux serpentant : la tête lui parut être élevée d'environ 30° au-dessus de l'horizon.

J'ai su depuis, par une lettre du préfet de la Charente-Inférieure au Ministre de l'Intérieur, que ce météore fut aperçu à la Rochelle, précisément à la même heure, dans la direction du nord-ouest, et à 30° ou 35° au-dessus de l'horizon.

Ayant essayé, d'après ces données, de déterminer la hauteur verticale du météore, j'ai trouvé pour résultat 66 lieues de 25 au degré.

Le 1er septembre, à 8 heures du soir, il a paru au fort Royal de la Martinique un météore lumineux d'une grandeur considérable, se dirigeant de l'ouest à l'est avec rapidité. Il fut visible pendant plusieurs minutes, produisit un bruit semblable au roulement du tonnerre, et éclata avec une détonation très-violente.

Aurores boréales.

Le 13 février 1822, vers 8 heures du soir, Sir George Mackensie, voyageant entre Nairn et Inverness (Ecosse), vit dans le nord un arc lumineux de 3° ou 4° de largeur, qui embrassait une étendue d'environ 60°. On apercevait aussi des traces d'un arc plus large, moins intense, concentrique au précédent, mais d'un plus grand diamètre. Tout resta dans cet état durant quelque temps : ensuite une vive lumière se montra subitement à l'est, parcourut rapidement l'espace occupé par le phénomène, et offrit ces apparences fantastiques, ces vagues lumineuses qui s'observent toujours dans les aurores boréales brillantes. On assure que les sommets des arcs étaient directement sous la polaire. Cette circonstance serait fort remarquable si elle résultait de mesures prises avec un instrument.

A 11 h. du soir, quand M. Mackensie cessa ses observations, on voyait encore deux arcs lumineux concentriques.

Les aurores boréales sont devenues maintenant très-rares ; celle dont on vient de lire la description est même la seule dont il soit fait mention dans les journaux scientifiques de 1822. Je n'ai point appris qu'elle ait été vue en France ; mais son effet sur l'aiguille aimantée a été très-sensible dans la soirée du 13 février, surtout vers 11 heures du soir. Le lendemain 14, la marche des déclinaisons diurnes fut de même assez irrégulière pour qu'on doive supposer que le phénomène du 13 se renouvela dans la soirée.

Aérolithes.

Deux aérolithes sont tombés en France, dans le courant de l'année 1822 : l'un le 3 juin, à Angers, département de Maine-et-Loire (*voyez* tome XX, pages 89 et suivantes); l'autre le 13 septembre, dans le département des Vosges (*voyez* tome XXI, page 17). J'avais espéré me procurer des documens propres à calculer la hauteur qu'avait le météore d'Angers au moment de l'explosion; mais ceux qui me sont parvenus jusqu'ici ne méritent pas d'être soumis à un calcul rigoureux. Je me contenterai donc d'engager le lecteur à comparer la description que M. Boisgiraud a donnée du phénomène, avec celle, par exemple, de la lumière serpentante vue à Paris le 16 août, et peut-être arrivera-t-on ainsi à supposer qu'un grand nombre de météores qu'on assimile aux étoiles filantes ne sont autre chose que des traînées lumineuses formées par les aérolithes dans leur passage au travers de l'atmosphère.

Ce qui rend l'aérolithe des Vosges principalement remarquable, c'est qu'il est tombé pendant un violent orage. Cette circonstance pourrait être citée comme un argument favorable à l'opinion que ces météores se forment dans l'atmosphère, si, dans maintes circonstances, il n'en était pas aussi tombé par un ciel parfaitement serein.

Le 11 août 1822, sur les $8^{h}.\frac{1}{2}$ du soir, plusieurs personnes virent, dans les environs de Liége, une grosse masse de feu tomber du ciel avec rapidité. Les paysans

la comparèrent à une charrette de paille enflammée. Elle ne fit aucun bruit remarquable en atteignant le sol ; mais long-temps après sa première apparition on entendit dans l'air comme un violent coup de tonnerre accompagné d'un roulement très-prolongé. Le ciel était presque sans nuages.

On a cru reconnaître que le météore se dirigeait vers les bois; mais on n'a pas encore trouvé la place où il est tombé.

Voici quelques particularités relatives à un phénomène du même genre, d'une date plus ancienne, mais dont nous n'avons pas encore parlé dans les *Annales :*

Le 12 juillet 1820, entre 5 et 6 heures du soir, un globe de feu de la grandeur apparente de la lune fut vu en Courlande, se mouvant avec lenteur du sud au nord. Il s'éteignit après avoir parcouru dans le ciel un arc de 100°; mais sa disparition fut suivie d'un bruit semblable à trois décharges successives d'une pièce d'artillerie de gros calibre, et de la chute d'une pierre pesant 40 livres qui s'enfonça de 1 $\frac{1}{2}$ pied dans le sol. Au même instant, un gros bolide tomba avec un sifflement très-fort dans le lac Kolupschen, à quatre *wersts* de distance du point qu'atteignit la première pierre; enfin, à trois *wersts* dans une direction opposée, il tomba aussi, dans la rivière Dubna, un corps étranger qui troubla ses eaux.

M. Grotthus a analysé la pierre et l'a trouvée composée ainsi qu'il suit :

Fer,	26,0 ;
Nickel,	2,0 ;
Soufre,	3,5 ;
Silice,	33,2 ;
Protoxide de fer,	22,0 ;
Magnésie,	10,8 ;
Alumine,	1,3 ;
Chrôme,	6,7 ;
Chaux,	0,5 ;
Manganèse,	une trace.
Somme,	100,0 (*).

(*Edimb. Philos. Journ.* XII. 389.)

Trombes.

Le 9 mai 1822, vers les trois heures de l'après-midi, une trombe se montra près de la ville de Foix; son mouvement était extrêmement rapide et dirigé du nord-ouest au sud-est. Elle avait la forme d'une colonne très-noire suspendue à des nuages gris-cendrés, et produisait un bruit semblable à celui de la mer agitée par une violente tempête. Dès que la trombe fut descendue le long de la montagne de Saint-Sauveur, au pied de laquelle la ville est bâtie, il tomba une grande quantité de grêlons, du volume des plus grosses noix, qui ravagèrent les campagnes voisines.

Le lendemain, le ciel était serein ; le soleil très-ardent; mais un orage éclata précisément à la même heure que la veille.

(*) Il y a une erreur dans ces nombres, car la somme ne fait pas 100 ; mais je n'ai aucun moyen de la corriger.

(Cette note a été rédigée d'après des renseignemens transmis à Son Excellence le Ministre de l'Intérieur par le Préfet de l'Arriège.)

Le 16 juin 1822 (jour d'un assez fort tremblement de terre qui s'est fait sentir dans le département de la Manche), les habitans de *Régneville*, petit port à deux lieues de Coutances, aperçurent, sur les cinq heures du soir, une trombe qui se dirigeait vers la mer. Ils n'entendirent d'abord qu'un mugissement sourd; mais bientôt après on distingua le tourbillon. Avant d'arriver au rivage, il traversa une pièce de terre dont la récolte en luzerne qui était alors étendue pour sécher, fut totalement enlevée jusqu'à la hauteur d'environ 300 pieds, et rejetée ensuite sur le bord de la mer. Il enleva aussi, à une hauteur à-peu-près égale, le sable qu'on avait déposé dans un autre champ, près des fondations d'une maison. Quand la trombe traversa un petit ruisseau qui se trouvait sur son passage, le bruit qu'elle occasionait cessa presque entièrement, et les eaux ne furent soulevées qu'à la hauteur de 20 pieds; le bruit recommença ensuite, et enfin il ne s'entendit plus dès que le tourbillon eut atteint la mer.

D'après les évaluations les plus probables, la base du météore embrassait sur le sol un espace circulaire de 50 pieds de diamètre. Le ciel, qui avait été parfaitement clair durant l'après midi du 16 juin, se couvrit de nuages à l'approche de la trombe; peu de temps après sa disparition, il tomba une pluie abondante. La chaleur fut très-forte tout le jour.

(Cette note est extraite d'une relation détaillée du phénomène, adressée au Ministre de l'Intérieur par le Préfet du département de la Manche.)

Le dimanche 1er septembre 1822, vers sept heures du matin, j'ai aperçu d'assez près une trombe au cap *Blanc-Nez*, entre Boulogne et Calais. Je vis d'abord un petit nuage allongé qui, par sa base, touchait aux gros nuages dont le ciel était couvert çà et là; son extrémité inférieure se terminait en pointe très-aiguë. Le plus souvent il avait la forme d'un cône renversé, vertical et parfaitement régulier; quelquefois, au contraire, il offrait des inflexions très-apparentes et qui changeaient presque instantanément de grandeur et de place, comme si toute la masse vésiculaire n'eût pas obéi avec la même facilité à l'impulsion du vent d'ouest, qui soufflait alors avec assez de force. Les monticules de sable dont le rivage est bordé, près de *Sandgate*, me cachaient la partie de la mer qui correspondait verticalement au nuage; mais on apercevait distinctement au-dessus des dunes l'extrémité d'une gerbe blanchâtre ascendante, formée, sans aucun doute, d'une multitude de molécules d'eau soulevées par la trombe, et présentant l'aspect des brouillards qui se forment au pied des grandes cascades. Lorsque le vent eut amené la trombe sur la plage, une grande gerbe de sable succéda à la gerbe liquide dont je viens de parler. Bientôt après le phénomène disparut tout-à-fait, et il tomba une forte averse. Des ouvriers qui m'avaient précédé sur les hauteurs du cap Blanc-Nez aper-

çurent un bouillonnement très-intense dans la partie de la mer où se formait le brouillard ascendant.

Une seule circonstance peut m'excuser d'avoir rapporté avec ce détail une observation si incomplète; c'est la remarque que j'ai eu l'occasion de faire, à une distance assez petite de la trombe, *qu'il n'existait absolument rien de visible* entre le nuage conique et l'eau ou le sable soulevés.

Le 18 septembre 1822, une trombe se forma au-dessus de *Roseneath*, dans le Dunbartonshire. Le temps était presque calme lorsqu'on aperçut un épais nuage noir, doué d'un violent mouvement de rotation. La mer, au-dessous, parut sur-le-champ très-agitée; l'écume s'éleva à une grande hauteur. Le météore, en passant près d'une maison, entraîna tous les objets détachés qu'il rencontra; une pelle de fer, entr'autres, placée à la porte de la cuisine, fut enlevée jusqu'à 20 pieds de hauteur, et jetée dans la mer, à la distance de plus de cent *yards* (plus de 300 pieds angl.). Les branches de plusieurs arbres furent rompues; une chaloupe qui reposait sur le sable, attachée à un arbre, après avoir été soulevée et fait en l'air quelques révolutions sur elle-même, tomba, et, dans sa chute, se brisa en partie. Un cutter, dans le port, tourna aussi plusieurs fois, mais sans quitter le liquide : un sloop chassa sur ses ancres. La trombe disparut après avoir parcouru, tantôt sur la mer et tantôt sur la terre, un espace d'environ deux milles. La partie de la mer que le météore

agitait durant sa marche était d'un acre environ : au-delà, le liquide paraissait uni comme un miroir.

(*Edimb. Philos. Journ.* N°. XIV)

Brouillard remarquable.

Un brouillard remarquable se répandit dans l'atmosphère en août 1821. Il fut observé en Angleterre, dans le comté d'Essex, le 18 au matin, par M. Forster. Le soleil, affaibli par ce brouillard, pouvait, à son lever, être regardé à l'œil nu, et avait une teinte argentée si semblable à celle de la soie vernie que les paysans, à la campagne, le prirent pour un aérostat. (*Ann.*, t. XVIII, p. 419.) M. Howard observa ce phénomène dans le comté de Sussex, entre 9 heures et 10 heures du matin. A Paris, il se manifesta le même jour, mais seulement sur les 6 heures du soir. Nous avons déjà rapporté ces circonstances; nous n'en parlons de nouveau aujourd'hui que pour ajouter qu'à *Viviers*, en Dauphiné (44°.29′ de latitude), un brouillard analogue, fumeux, blanchâtre, sec, couvrit aussi le ciel le 19 au soir; le lendemain matin, le soleil, à son lever, parut blanc et sans éclat; le soir, cet astre était rouge. Suivant M. Flaugergues, à qui nous empruntons ces détails, ce brouillard, assez analogue à celui de 1783, ne se dissipa entièrement que le 30 août, à la suite d'une petite pluie.

J'ai pensé qu'il pouvait être utile de faire remarquer ce mouvement dirigé du nord au sud, et en vertu duquel la matière du brouillard ou, si l'on veut, la modification

atmosphérique qui lui donnait naissance, paraît s'être transportée d'abord de Londres à Paris, en une demi-journée, et ensuite de Paris à Viviers, à-peu-près dans le même espace de temps.

Le rôle que les physiciens ont voulu faire jouer aux brouillards secs, pour expliquer les phénomènes des aurores boréales, nous imposait l'obligation de rechercher si, à partir du 18 août, la marche de l'aiguille de déclinaison n'aurait pas éprouvé quelque altération notable; mais nous n'avons rien trouvé dans nos regîtres qui puisse motiver une telle conclusion : durant tout le mois d'août 1821, les changemens de déclinaison journaliers ont eu lieu avec une grande régularité.

Brouillard puant.

Le 21 mai 1822, sur les 5 heures du soir, il se répandit tout-à-coup dans l'air, à Paris, un brouillard d'une nature particulière, et à travers lequel on voyait le soleil du rouge le plus vif. Ce brouillard avait une odeur *très-prononcée de gaz nitreux*. Il fut observé presqu'au même instant, dans un rayon de huit à dix lieues autour de la capitale : il avait partout les mêmes propriétés. Il se dissipa entièrement à Paris vers les $10^{h.}\frac{1}{2}$ du soir.

Ce brouillard n'a exercé aucune action appréciable sur une aiguille aimantée suspendue à un fil de soie sans torsion.

Courans de la mer.

Dans les premiers jours de janvier 1822, une bouteille a été trouvée à la côte de Saint-Giron, arrondissement de Dax, département des Landes, par 43°. 58′ de latitude et 3°. 40′ de longitude comptée de Paris. Elle avait été jetée à la mer le 7 octobre 1821, du navire *Morning Star,* allant de Malaga à Liverpool. Ce navire était alors par 42°. 45′. 39″ de latitude et 15°. 23′ de longitude.

Le 6 avril 1822, M. Hall, qui habite une ferme située au côté sud de Milford-Haven, pêcha une bouteille renfermant l'écrit dont voici la traduction : « N° 310. Cette » bouteille a été jetée à la mer, par 49°. 54′ de latitude » nord et 12°. 20′ de longitude ouest, le 1er mars 1822. » *Navire Ospray de Glasgow.* »

Taches du Soleil en 1822.

Quelques physiciens ont supposé que les taches du soleil, quand elles sont nombreuses et étendues, peuvent modifier sensiblement les températures terrestres. Des astronomes, Herschel entr'autres, admettent également cette influence; mais, à les en croire, les taches, loin d'être l'indice d'une diminution dans la chaleur, comme le pensent les physiciens, prouveraient au contraire que la combustion de l'astre vient de recevoir un surcroît d'activité. Ils fondent cette opinion, au premier

coup-d'œil assez bizarre, sur le fait important que l'apparition des taches obscures est souvent précédée et suivie de la formation de *facules*, espèce particulière de taches qui se font remarquer par un éclat supérieur à celui qu'a le reste du disque. Des observations comparatives des températures terrestres, du nombre et de l'étendue des taches obscures, donneront peut-être, un jour, les moyens de se décider entre ces deux hypothèses. Tel est du moins le motif d'après lequel nous avons résolu de publier à l'avenir, dans notre résumé météorologique, le catalogue des taches de ce genre qui se seront montrées dans l'année. Les nuages, les brouillards dont le ciel est couvert, surtout en hiver, empêcheront que de tels catalogues soient tout-à-fait complets; mais outre qu'on pourra s'aider, dans la mauvaise saison, des regîtres de l'Observatoire de Marseille, on doit remarquer, relativement à l'objet qui nous occupe, qu'il suffit que les mêmes obstacles se reproduisent tous les ans.

Janvier. Il n'y a pas eu de taches sensibles.

Février. Le 15, on a vu *deux* petites taches près du bord occidental du soleil; le 17, elles avaient déjà disparu.

Mars. Le 4, à midi, on a vu *une* grande tache très-près du bord oriental; le 13, elle était encore visible et entourée d'une pénombre; alors *cinq* nouvelles taches la suivaient à une petite distance. Le 14, la grande tache avait disparu; une seule, parmi les cinq autres, ne s'était pas dissipée.

Le 22, un groupe de taches et de facules commence à se détacher du bord oriental de

l'astre. Le 23, on voit distinctement que les taches sont au nombre de *six*; une d'elles, fort grande, a deux noyaux et est entourée d'une pénombre. Le 23, la pénombre de la grande tache est toujours unique, quoique, dans ce moment, elle renferme trois noyaux distincts. Le 25, on voit quatre noyaux. A la suite, on aperçoit un grand nombre de petites taches occupant sur le disque un espace de 4′ de degré. Le 28, plusieurs des petites taches ont disparu. Le 29, on distingue toujours la grande tache; mais les petites, une seule exceptée, se sont évanouies. La grande tache se voyait encore le 2 avril, mais près du bord occidental.

Avril. Le 3, une petite tache, sans pénombre sensible, à une certaine distance du bord oriental.

Le 8, la tache du 3 avait disparu; mais près du centre du disque, on en voyait un grand nombre de petites. Le 14, il n'en restait plus de traces.

Du 23 au 29, il y a eu sur le soleil un groupe de petites taches.

Mai. Le 30, plusieurs taches, dont l'une assez grosse, se sont montrées sur le bord oriental de l'astre.

Juin. Les taches du 30 mai, au nombre de *cinq*, étaient encore visibles le 5 juin; le 7, il n'en restait plus que *deux*; le 9, tout avait disparu.

Juillet. Le 26, une grande tache très-noire et entourée d'une pénombre se voyait au centre du disque solaire : plusieurs autres petites taches sui-

vaient. Le 31, la grande tache s'était divisée en deux.

Août. On n'a aperçu aucune tache sensible durant le mois d'août.

Septembre. Point de taches.

Octobre. Aucune tache sensible.

Novembre. On n'a point vu de taches sur le soleil en novembre.

Décembre. Un groupe de petites taches médiocrement obscures s'est montré le 29 de ce mois.

Neiges rouges.

Les navigateurs qui ont abordé récemment à la Nouvelle-Shetland du Sud y ont trouvé de la neige rouge semblable à celle que le capitaine Ross rapporta de son voyage à la baie de Baffin.

Peu de temps après le retour de cet officier, nous publiâmes (tome XII, page 72 et suiv.) toutes les conjectures auxquelles donna lieu le phénomène qu'il venait de faire connaître. Dans le nombre, on aura sans doute remarqué celle de M. Francis Bauer. D'après ce célèbre botaniste, la matière qui colore en rouge foncé les neiges polaires est un très-petit champignon du genre *uredo*. Les champignons rouges microscopiques apportés du Nord se multiplièrent dans l'eau, sous ses yeux; mais les individus nouvellement produits *restèrent toujours blancs*, ce qui semblait indiquer qu'ils n'arrivaient pas à une parfaite maturité.

Depuis l'époque où parut notre article, M. Bauer a repris son travail et l'a complété. Ses nouveaux résultats

ont été publiés dans les *Transactions philosophiques* : nous en donnons ici un aperçu pour ne laisser rien à désirer sur un phénomène qui a acquis plus d'intérêt depuis qu'on l'a retrouvé dans deux régions de la terre diamétralement opposées.

Depuis le mois de mars 1819 jusqu'en décembre de la même année, M. Bauer avait conservé dans de l'eau une portion du sédiment de la neige rouge apportée de la baie de Baffin. Les champignons qui le constituent s'étaient considérablement accrus en nombre dans cet intervalle ; mais ils étaient restés parfaitement incolores et formaient une espèce de croûte blanchâtre au-dessus du sédiment rouge primitif. Dans la vue de découvrir si ces champignons végétaient dans de la neige, M. Bauer commença d'abord par enlever soigneusement la plus grande partie de la croûte extérieure incolore. La portion restante, placée dans un verre rempli d'eau, formait, après s'être déposée, une couche rouge de $\frac{1}{40}$ de pouce de diamètre au-dessus de laquelle était une couche trois fois plus épaisse de champignons blancs.

Le 10 décembre 1819, on jeta l'eau du verre, on la remplaça par de la neige pressée aussi fortement que possible, et le tout fut exposé en plein air. Le 11, la température était de — 14° centig. : malheureusement le temps changea ensuite, et le 13, à midi, la neige était déjà fondue. Néanmoins, dans ce court espace de 52 heures, tout le sédiment était devenu rouge ; mais la quantité n'avait pas augmenté.

Les mêmes champignons, recouverts de nouveau de neige, donnèrent, après un séjour de deux mois dans ce milieu, malgré les fréquentes interruptions de l'expé-

rience occasionées par le dégel, une couche deux fois plus épaisse que celle sur laquelle on avait d'abord opéré. Ce dernier sédiment ne différait de celui qu'on avait apporté de la baie de Baffin, qu'en ce que les champignons nouvellement produits étaient sensiblement plus gros.

Il résulte, comme on voit, de ces expériences, que la matière qui colore en rouge les neiges de la baie de Baffin est un champignon particulier dont *le sol naturel*, suivant l'expression de M. Bauer, est la neige.

Ces champignons végètent aussi dans l'eau; mais les individus nouvellement produits restent alors constamment verts.

Un érudit anglais a fait la remarque que Pline, parmi les anciens, savait déjà qu'il existe de la neige rouge. On trouve en effet (*lib.* XI, *c.* 35) ce passage : « *Ipsa nix vetustate rubescit* »; mais l'auteur romain n'a pu vouloir parler que de la neige rouge qu'on trouve dans nos climats : celle-ci est d'une teinte moins foncée, et sa coloration pourrait bien ne pas tenir à des champignons.

Au Saint-Bernard, la neige rouge est permanente. On la voit presque toujours aux mêmes endroits, le plus ordinairement sur des plateaux dominés par des pentes chargées de neige; il y en a quelquefois sur les glaciers. On a cru remarquer qu'elle était plus abondante après les gros vents du midi ou du sud-ouest, et que la couleur pénétrait jusqu'à la profondeur de deux à trois pouces; on en trouve plus fréquemment à la fin qu'au commencement de l'année.

Ces détails ont été transmis au rédacteur de la *Bibliothèque universelle* par M. Biselx, prieur du St-Bernard.

De la neige rouge recueillie près du couvent, et analysée à Genève par M. Peschier, a conduit ce chimiste à l'opinion, « que la couleur dépend de deux causes diffé-
» rentes, savoir : 1°. d'une plus ou moins grande quan-
» tité d'oxide de fer répandue à la surface de la neige,
» dans un très-grand état de division et dans un degré
» d'oxidation très-élevé ;

» 2°. D'un principe végétal résineux, ayant une cou-
» leur rouge orangée, appartenant, selon toute appa-
» rence, à l'organisation de quelque cryptogame du genre
» des algues ou des lichens.

» Or, ajoute M. Peschier, comme la nature nous offre
» un très-grand nombre de végétaux dans lesquels le
» fer existe en assez grande quantité, il ne paraît pas
» inadmissible de supposer que le fer (celui qu'on a
» trouvé par l'analyse chimique de la neige rouge) peut
» être un des principes immédiats des végétaux dont on
» ne découvre que des débris. » (*Bibl. univ.* Décembre 1819.)

La question de savoir si la couleur rouge de la neige tient à la même cause aux Alpes et au pole, reste donc, pour le moment, toute entière. Ce ne sera probablement que par des observations microscopiques analogues à celles de M. Bauer qu'on pourra arriver à la résoudre.

Changement *momentané de niveau dans les eaux d'un des ports de la Méditerranée.*

Le 22 juillet 1822, on a observé, dans le port d'Anzio (Etats romains), un flux et reflux des eaux de la mer qui s'est renouvelé *neuf* fois en 3h. 35′, c'est-à-dire, depuis 2h. après midi, époque de la première apparition du phénomène, jusqu'à 5h. 35′. Dans une de ces oscillations, les eaux se sont abaissées de 45 centimètres (1 pied 4 pouces) au-dessous du niveau ordinaire. Le temps était serein et l'atmosphère calme.

(*Note du Rédacteur.*) De semblables mouvemens dans les eaux de la Méditerranée ont eu lieu à Marseille, où quelquefois ils ont laissé dans le port plusieurs bâtimens à sec. Les *seiches* du lac de Genève paraissent un phénomène du même genre. Voici comment Saussure les décrit : « On voit quelquefois, dans des journées orageuses, le » lac s'élever tout-à-coup de quatre ou cinq pieds, s'a- » baisser ensuite avec la même rapidité, et continuer ces » alternatives pendant quelques heures. » (*Voyag. dans les Alpes*, tome 1, page 12.)

Le 3 août 1763, vers les 5 heures du soir, le célèbre naturaliste que je viens de citer observa plusieurs de ces oscillations. Dans la première, le niveau descendit en 15′, de 4 pieds 9 lignes. A la seconde, l'eau parcourut, en montant, 4 pieds 6 pouces 9 lignes dans dix minutes de temps; elle ne descendit ensuite que de 4 pieds 2 pouces 9 lignes, et y employa 12 minutes. Dans la troisième oscillation, le mouvement ascensionnel ne fut que de 2 pieds 8 pouces 9 lignes et dura 8 minutes; l'eau des-

cendit alors très-lentement. Il avait fait très-chaud la veille et le matin du 3 août. Sur les 3 heures, un orage considérable avait fondu sur la ville de Genève; mais à l'instant du phénomène, quoique le ciel fût encore couvert, il ne tombait que quelques gouttes de pluie; le vent était au sud-ouest et très-faible. (*Académie des Sciences.* 1763. P. 18-19.)

Les *seiches* ne se forment guère qu'aux deux extrémités du lac : au Bouveret et à Villeneuve, bourgs très-voisins de l'embouchure du Rhône, et près de Genève, où se trouve l'issue par laquelle le fleuve s'échappe après avoir traversé le lac dans toute sa longueur. Partout ailleurs les seiches sont sinon complètement nulles, du moins insensibles.

On a observé sur un lac d'Ecosse des phénomènes tout-à-fait analogues. En voici la description tirée d'un des anciens numéros de la *Bibliothèque britannique* :

Le village de Kenmore est situé en Ecosse, à peu près dans le parallèle de 56°. 35′ et environ 1 degré à l'ouest du méridien d'Edimbourg. Le lac, appelé *Loch-Tay*, s'étend de ce village à environ 15 milles ouest-sud-ouest. La largeur moyenne est d'environ un mille; la profondeur doit être considérable, à en juger par la hauteur des montagnes adjacentes.

Le 12 septembre 1784, vers neuf heures du matin, on observa dans les eaux du lac une agitation très-remarquable près le village de Kenmore. Une rivière sort du lac au nord du village, et au midi est une baie d'environ 160 verges de longueur et 200 de largeur. La plus grande partie de cette baie est très-peu profonde; il n'y a guère plus de 2 à 3 pieds d'eau; mais avant d'arriver

en plein lac, elle s'approfondit tout-à-coup. On observa, vers l'extrémité de cette baie, que l'eau se retirait d'environ 5 verges en dedans de ses limites ordinaires, et qu'elle y retourna environ cinq minutes après. L'on vit, dans l'espace d'un quart d'heure, deux ou trois fluctuations semblables; ensuite tout-à-coup l'eau se jeta, de l'est et de l'ouest, par deux courans opposés, vers une ligne rangée en travers de la baie; et en arrivant vers l'endroit où le sol s'approfondit, elle s'éleva sous la forme d'une grande vague jusqu'à la hauteur de 5 pieds au-dessus de son niveau ordinaire, en laissant à sec le fond de la baie jusqu'à la distance de 90 à 100 verges de son bord ordinaire. Lorsque les courans opposés se rencontrèrent, ils firent un bruit assez éclatant, et on vit de l'écume à la surface. L'impulsion la plus forte étant venue de l'est, la vague, après s'être élevée à sa plus grande hauteur, roula, mais lentement, à l'ouest, en diminuant graduellement pendant environ cinq minutes, puis elle disparut tout-à-fait. A mesure que la vague baissa, l'eau revint en arrière avec une certaine force, et dépassa de 5 à 6 verges ses limites ordinaires; elle redescendit ensuite d'environ 10 verges, puis retourna et continua ces alternatives pendant environ deux heures, le flux et reflux se succédant à l'intervalle d'environ sept minutes, et diminuant par degrés jusqu'à ce que l'eau reprît son niveau ordinaire.

En même temps que l'ondulation eut lieu dans la baie au sud du village, on vit la rivière, au nord, couler en arrière du côté du lac; les roseaux, qui étaient couchés au fond dans le sens du courant ordinaire, prirent une direction opposée, et le canal fut à sec environ douze

pieds de part et d'autre. Sous le pont, qui est à la distance de 60 à 70 verges du lac, le courant s'arrêta, et le lit de la rivière se montra, là où il y avait eu dix-huit pouces d'eau.

Le temps fut calme pendant toute la durée du phénomène. On s'apercevait à peine du mouvement des nuages au nord-est : le baromètre fut, ce jour-là et la veille, aux environs de 29 pouces et demi.

Le lendemain et les quatre jours suivans, on observa, à-peu-près à la même heure, un flux et reflux qui dura presque aussi long-temps, mais dans un degré moindre que le jour précédent. On remarqua une agitation semblable les jours suivans, tantôt le matin, tantôt l'après-midi, jusqu'au 15 octobre, époque depuis laquelle on n'a rien observé de pareil.

On n'apprit pas, quoiqu'on s'en fût informé expressément, qu'il y eût eu aucun tremblement de terre dans ces environs, ni qu'on eût observé cette agitation de l'eau ailleurs qu'aux environs du village de Kenmore.

Quelle est la cause de ces mouvemens brusques ? *Fatio* attribuait les seiches du lac de Genève à des coups de vent du sud qui auraient retenu momentanément les eaux destinées à s'écouler par le Rhône. Cette explication ne saurait être admise puisqu'on observe quelquefois des seiches dans des temps parfaitement calmes. *Saussure* croyait que des variations promptes et *locales*, dans la pesanteur de l'air, peuvent contribuer à produire les flux et les reflux, en occasionant des pressions inégales sur les différentes parties du lac. Mais ces pressions atmosphériques inégales ne donneraient-elles pas immé-

diatement naissance à des vents plus ou moins forts ? Or, nous disions tout-à-l'heure qu'il se forme des seiches lorsqu'il ne souffle aucun vent. M. Bertrand, de Genève, « admet que des nuées électriques attirent et soulèvent les » eaux du lac, et que ces eaux, en retombant ensuite, pro- » duisent des ondulations dont l'effet est, comme celui » des marées, d'autant plus sensible que les bords sont » plus resserrés. » Si cette ingénieuse explication a quelque fondement, on pourra, je crois, s'étonner que, dans une localité comme Genève où résident tant d'observateurs exacts, personne n'ait jamais remarqué à l'avance l'intumescence locale produite par l'électricité, et qui, quelques minutes plus tard, devait occasioner une seiche.

Au reste, on aurait tort, je crois, de chercher une explication générale pour des phénomènes qui dépendent, suivant toute apparence, de causes assez diverses. Par exemple, des oscillations analogues à celles qui constituent les seiches ont lieu dans la mer aux époques de grands tremblemens de terre. A l'heure où la ville de Lisbonne fut détruite en 1755, l'Océan offrit, en quelques minutes, plusieurs mouvemens de flux et de reflux, depuis Gibraltar jusqu'aux îles Shetland; depuis le Tage jusqu'à la Jamaïque. Le tremblement de terre beaucoup moins fort du 31 mars 1761, donna aussi lieu à une semblable agitation des vagues à *Lisbonne*, à *Madère*, à *Cork*, à *Mount's Bay* (Cornouailles), à *Bristol*, à *Amsterdam* et même à la *Barbade*. A Mount's Bay, la mer s'éleva de six pieds, et reprit son niveau cinq fois de suite, dans le court espace d'une heure. Nous avons déjà dit, en commençant cette note, que de tels mou-

vemens ont lieu fréquemment à Marseille, sans paraître liés à aucune commotion terrestre ou atmosphérique extraordinaire. Quoique plus rares sur les côtes de l'Ouest, ils n'y sont pas sans exemple. Voici, en effet, la description d'un de ces phénomènes observé, le 13 juillet 1725, au port de Flamenville en Normandie :

« Le temps était presque calme; le vent souf-
» flait faiblement du sud-sud-ouest; la mer avait
» commencé à monter à 3 heures après midi, et sur cette
» côte elle monte de 10 pieds dans ces sortes de marées :
» elle en avait déjà monté *cinq*, et il était entre 6 et
» 7 heures, lorsque tout d'un coup elle se retira de la
» hauteur de cinq pieds, et en moins d'un demi-quart
» d'heure revint, et non-seulement y remonta, mais alla
» *dix* pieds au-dessus, de sorte qu'elle était *cinq* pieds
» au-dessus de la plus haute élévation qu'elle dût avoir
» alors. En un autre demi-quart d'heure elle baissa et
» revint aux *cinq* pieds qu'elle avait eus lorsque son
» mouvement irrégulier avait commencé. Enfin, à 7 heu-
» res, elle continua à monter à l'ordinaire sans plus offrir,
» ni ce jour ni les suivans, rien d'irrégulier. » (*Académie des Sciences.* 1725, p. 3.)

Ce phénomène ne se fit sentir ni à Cherbourg, qui est à 9 ou 10 lieues de Flamenville, sur la droite; ni à Carteret, situé sur la gauche, à 6 lieues; ni même au Rozel, dont la distance à Flamenville n'est pas de 3 lieues. Il paraît donc probable que le mouvement des eaux cité par l'historien de l'Académie des Sciences était purement local et tout-à-fait analogue aux seiches du lac de Genève.

Comètes qui ont paru en 1822.

1re *Comète de* 1822.

Cette comète a été découverte à Marseille, dans la constellation du *cocher,* le 12 mai 1822, par M. Gambart fils, directeur-adjoint de l'Observatoire. M. Pons l'a vue à Marlia le 14 mai, et M. de Biela, à Prague le 17. A la fin de juin, elle avait totalement disparu.

L'orbite a été calculée par MM. Gambart, Nicollet, Carlini et Enke. Voici les élémens qu'a obtenus le premier de ces astronomes; ils représentent les observations d'une manière remarquable :

Passage au périhélie le 6 mai, à 1h. 57′. 39″, temps moyen compté de minuit, à Marseille.

Distance périhélie,	1,504309;
Nœud ascendant,	177°. 22′. 26″;
Périhélie,	192°. 45′. 34″;
Inclinaison,	53°. 36′. 12″;
Mouvement,	rétrograde.

Ces élémens ne ressemblent point à ceux des comètes connues. L'astre auquel ils appartiennent ne s'était donc pas montré depuis que les observations astronomiques sont devenues assez exactes pour servir au calcul des orbites.

2me *Comète de* 1822.

L'infatigable M. Pons a découvert cette nouvelle comète dans la constellation des *poissons* le 31 mai, vers

2 heures du matin. Il n'y a remarqué ni queue ni noyau : l'aspect est simplement celui d'une nébuleuse qui serait un peu condensée au centre.

Au moment de son apparition, l'astre s'avançait rapidement vers le sud ; aussi en moins de quinze jours s'est-il perdu sous l'horizon de nos climats. M. Gambart, à Marseille, et M. Caturegli, à Bologne, sont les seuls astronomes qui l'aient observé. Les positions obtenues à Bologne étant défectueuses, à raison de l'excessive faiblesse de l'astre, on n'a pas pu calculer l'orbite : trois observations au moins sont nécessaires pour cela, et M. Gambart n'en a fourni que deux, la première du 10, et la seconde du 11 juin. Si les astronomes anglais nouvellement établis au cap de Bonne-Espérance et au port Jackson, dans la Nouvelle-Hollande, ont vu cette comète, quand ce ne serait qu'une seule fois, il sera possible de déterminer ses élémens paraboliques : nous nous empresserons, dans ce cas, de les publier.

3me *Comète de* 1822.

C'est encore M. Pons qui a découvert cette troisième comète le 13 juillet 1822, à $9^{h.}\frac{1}{2}$ du soir. Sans avoir connaissance de l'observation antérieure faite par l'astronome de Marlia, M. Gambart fils a vu le nouvel astre, à Marseille, le 16, à 10 heures du soir, et M. Bouvard, à Paris, quatre jours plus tard.

Au moment de la découverte, la comète se trouvait dans la constellation de *Cassiopée*. Elle était alors petite, invisible à la vue simple, d'une nébulosité très-blanche, mais peu étendue. Depuis, sa lumière a sensiblement augmenté et le noyau est devenu distinct. Vers

la fin du mois d'août, elle brillait, à l'œil nu, comme les étoiles de troisième grandeur. A la même époque, il s'était aussi formé une queue assez apparente, opposée au soleil et de près de deux degrés d'étendue.

Un grand nombre d'astronomes ont essayé de déterminer les élémens de l'orbite du nouvel astre. M. *Mossoti* crut que la parabole ne suffisait pas, et se fondant sur un petit nombre d'observations défectueuses et trop rapprochées, il trouva une ellipse correspondante à une révolution de trois ans. Des positions plus exactes et plus distantes donnèrent à M. Enke une ellipse de 190 ans. Enfin, après une nouvelle discussion de la totalité des observations, le même calculateur a reconnu que l'ellipticité est insensible, et que la marche de la comète, dans toute la portion d'orbite qu'elle a parcourue depuis le 13 juillet, jour de sa découverte, jusqu'au 22 octobre, époque de sa disparition, est exactement représentée par les élémens paraboliques suivans, dus à M. le professeur Nicolaï. Ceux que MM. Bouvard, Gambart et Schumacher ont obtenus de leur côté en diffèrent à peine.

Passage au périhélie, 1822, octobre 23i,6530, temps moyen de Manheim.

Longitude du périhélie,	271°. 48′. 9″;
Longitude du nœud,	92°. 42′. 47″;
Inclinaison de l'orbite,	52°. 59′. 6″;
Distance périhélie,	1,1464;
Sens du mouvement;	rétrograde.

Sur la Comète à courte période.

On avait espéré que la comète à courte période dont nous avons parlé dans les tomes X et XI serait visible

en Europe, dans les mois de juin, de juillet et d'août, sans toutefois se dissimuler la difficulté d'apercevoir un astre aussi faible au travers de la lumière crépusculaire. Dans l'hémisphère austral, les chances devaient être beaucoup plus favorables; aussi n'est-ce pas sans quelque étonnement qu'on a appris que le nouvel astronome établi au cap de Bonne-Espérance n'avait pas mieux réussi dans cette recherche que les observateurs d'Europe. Il est juste d'ajouter qu'au Cap le temps a été très-sombre.

Découverte *de la Côte orientale du Groënland.*

M. le capitaine Scoresby a abordé, en 1822, à cette partie de la côte orientale du Groënland dont une barrière impénétrable de glace tenait les marins éloignés depuis longues années, et que, par cette raison, ils désignaient sous le nom de *Groënland perdu.* Il en a dressé la carte pour la partie comprise entre le 69me et le 75me degré de latitude nord. Il y a rencontré des golfes profonds : un entr'autres, qu'il a parcouru dans une étendue de 60 milles sans apercevoir son terme. Sur plusieurs points, les erreurs des cartes les plus accréditées s'élèveraient, d'après M. Scoresby, jusqu'à 15° en longitude. Il pense d'ailleurs que cette contrée est un assemblage d'îles, et qu'on y rencontrera différentes passes pour pénétrer dans la baie de Baffin. En descendant à terre, ce célèbre navigateur a trouvé des traces récentes du séjour des Esquimaux.

Ceux qui connaissent la grande habileté de M. Scoresby hâteront de tous leurs vœux la publication du journal de son dernier et important voyage.

MOUVEMENT *de la population de la ville de Paris, pendant l'année* 1821, *fourni par la Préfecture du Département.*

NAISSANCES	à domicile	en mariage . . .	garçons 7983	15660
			filles 7677	
		hors mariage . .	garçons 2388	4630
			filles 2242	
	aux hôpit.	en mariage . . .	garçons 172	320
			filles 148	
		hors mariage . .	garçons 2317	4546
			filles 2229	
			TOTAL	25156.

NAISSANCES	des garçons. . .	12,860
	des filles.	12,296
		25,156.

Enfans naturels.	reconnus, compris dans les naissances ci-dessus.	masc. 1093	2113
		fémin. 1020	
	abandonnés . . .	masc. 3612	7063
		fémin. 3451	
		TOTAL	9176.

DÉCÈS	à domicile.	masc. 6733	14155
		fémin. 7422	
	aux hôpitaux . . .	masc. 3778	7799
		fémin. 4021	
	militaires	masc. 630	634
		fémin. 4	
	dans les prisons. . .	masc. 26	60
		fémin. 34	
	déposés à la morgue	masc. 234	269
		fémin. 35	
		TOTAL	22917.

MARIAGES,	Garçons et filles . . .	5234	6,465
	garçons et veuves. . .	296	
	veufs et filles	704	
	veufs et veuves. . . .	231	
Enfans morts nés	masculins.	797	1,414
	féminins.	617	

Décès par suite de la petite-vérole en 1821.

AGES.	MASCUL.	FÉMIN.	TOTAL.
Dans leur 1re année.	13	16	29
D'un à 2 ans . . .	6	14	20
De 2 à 3 ans . . .	27	21	48
De 3 à 4 ans . . .	20	14	34
De 4 à 5 ans . . .	14	9	23
De 5 à 6 ans. . . .	10	9	19
De 6 à 7 ans . . .	10	11	21
De 7 à 8 ans . . .	7	9	16
De 8 à 9 ans . . .	5	2	7
De 9 à 10 ans. . .	2	6	8
De 10 à 15 ans. . .	7	8	15
De 15 à 20 ans. . .	6	1	7
De 20 à 32 ans. . .	20	5	25
TOTAL. . .	147	125	272

N. B. Les décès pour cause de petite-vérole sont compris dans les décès précédens.

Décès par âges en 1821.

MASCULINS.		FÉMININS.		TOTAL.
De la naissance à 3 mois	1,666	*Idem*...	1,248	2,914
De 3 à 6 mois.....	220	*Idem*...	206	426
De 6 mois à 1 an...	450	*Idem*...	422	872
D'un an à 2 ans.....	908	*Idem*...	985	1,893
De 2 à 3 ans.....	488	*Idem*...	516	1,004
De 3 à 4 ans.....	332	*Idem*...	276	608
De 4 à 5 ans.....	221	*Idem*...	229	450
De 5 à 6 ans.....	176	*Idem*...	155	331
De 6 à 7 ans.....	110	*Idem*...	143	253
De 7 à 8 ans.....	84	*Idem*...	64	148
De 8 à 9 ans.....	68	*Idem*...	64	132
De 9 à 10 ans.....	53	*Idem*...	50	103
De 10 à 15 ans.....	209	*Idem*...	236	445
De 15 à 20 ans.....	367	*Idem*...	337	704
De 20 à 25 ans.....	776	*Idem*...	556	1,332
De 25 à 30 ans.....	405	*Idem*...	560	965
De 30 à 35 ans.....	299	*Idem*...	442	741
De 35 à 40 ans.....	292	*Idem*...	397	689
De 40 à 45 ans.....	320	*Idem*...	411	731
De 45 à 50 ans.....	354	*Idem*...	480	834
De 50 à 55 ans.....	450	*Idem*...	459	909
De 55 à 60 ans.....	476	*Idem*...	444	920
De 60 à 65 ans.....	573	*Idem*...	516	1,089
De 65 à 70 ans.....	626	*Idem*...	627	1,253
De 70 à 75 ans.....	547	*Idem*...	663	1,210
De 75 à 80 ans.....	374	*Idem*...	530	904
De 80 à 85 ans.....	188	*Idem*...	290	478
De 85 à 90 ans.....	101	*Idem*...	134	235
De 90 à 95 ans.....	28	*Idem*...	32	60
De 95 à 100 ans....	4	*Idem*...	8	12
Au-dessus de 100 ans.	2	*Idem*...	1	3
Morgue.....	234	*Idem*...	35	269
Total.....	11,401	Total...	11,516	22,917

Consommation de l'année 1821 *dans la ville de Paris.*

Boissons.	Vins	hectolitres.	817,707
	Eaux-de-vie	*id.*	42 785
	Cidre et Poiré	*id.*	11,463
	Bière	*id.*	119,794
	Vinaigre	*id.*	16,996
	Raisins	½ kilogram.	237,755
Comestibles (1).	Bœufs	têtes.	73,428
	Vaches	*id.*	7,727
	Veaux	*id.*	70,081
	Moutons	*id.*	333,385
	Porcs et Sangliers	*id.*	87,004
	Viande à la main	kilogr.	1,581,288
	Abats et Issues	*id.*	401,227
	Fromages secs	*id.*	1,395,318
	Marée { montant de la vente sur les marchés, en francs }		3,463,942
	Huîtres	*id.*	867,984
	Poissons d'eau douce	*id.*	512,817
	Volailles et Gibiers	*id.*	7,726,136
	Beurre	*id.*	8,173,121
	Œufs	*id.*	3,752,231
Fourr. et grains.	Foin	bottes.	8,102,233
	Paille	*id.*	12,175,035
	Avoine	hectolitres.	992,943

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 2 *décembre* 1822.

M. Cauchy annonce que les ouvrages de M. Ramson, sur lesquels il devait faire un rapport verbal, renferment des paradoxes qui ne méritent pas un examen sérieux.

---

(1) Les grains et farines vendus à la Halle ne figurent pas dans ce tableau, attendu que ces ventes ne donneraient pas la consommation réelle de la ville, évaluée à 1500 sacs par jour, en temps ordinaire. — Lorsque le prix du pain est plus élevé hors de Paris que dans son enceinte, les dehors n'y apportant pas et en tirant au contraire, la consommation journalière n'a plus de règle; elle est de 1700 sacs et au-delà.

M. le comte de Thiville adresse un *Supplément* qu'examineront les commissaires qui avaient été chargés de faire un rapport sur son Mémoire.

M. Dulong lit un Mémoire *sur la Chaleur animale.* (On devine aisément que nous publierons cet important Mémoire aussitôt qu'il sera possible.)

M. Deleau présente un Mémoire *sur l'Art de sonder la trompe d'Eustache.*

M. Poinsot lit une Note dans laquelle il attribue à Condorcet la première idée de composer de plusieurs pièces les loupes à échelons imaginées par Buffon.

Le Ministre de la Marine réclame le rapport qui doit être fait sur le Mémoire de M. Marestier *relatif aux Bateaux à vapeur.*

M. Puymaurin fils lit un Mémoire *sur l'Emploi du bronze dans la fabrication des médailles.*

M. Despretz lit un Mémoire *sur les Composés triples de chlore.*

L'Académie se forme en comité secret pour l'examen de quelques questions d'administration intérieure.

Séance du lundi 9 décembre.

M. Percy, au nom d'une Commission, fait un rapport sur le Mémoire de M. Deleau *relatif aux diverses espèces de surdité et aux traitemens qu'elles exigent.*

Plusieurs médecins étrangers avaient publié qu'on pouvait sonder l'oreille par la bouche; mais, malgré l'annonce d'un grand nombre de guérisons, cette méthode parut impraticable, et bientôt on l'abandonna. Ce fut Desault qui apprit à sonder par la narine. L'auteur du Mémoire ne s'est pas borné à sonder par la narine

correspondante à l'oreille affectée : il est parvenu à sonder aussi par la narine opposée; ce qui présente des ressources précieuses dans quelques cas. Les instrumens dont il se sert sont mieux combinés que tous ceux qui avaient été employés jusqu'ici.

Dans une autre partie de son Mémoire, M. Deleau établit que la membrane tympanique n'est pas absolument nécessaire à l'audition, et que, dans un grand nombre de surdités, il faut en sacrifier une partie pour recouvrer l'ouie. Les instrumens que M. Deleau emploie pour perforer le tympan paraissent supérieurs à tous ceux que ses devanciers avaient imaginés.

M. Cuvier lit une Note *sur le Rhinocéros d'Afrique* récemment décrit dans les *Transactions philosophiques*, et *sur une tête de rhinocéros fossile* découverte aux environs de Montpellier.

M. Fresnel lit un Mémoire *sur l'Espèce particulière de double réfraction que la lumière éprouve en traversant le cristal de roche parallèlement à l'axe.*

M. Dutrochet adresse des pièces pour être examinées par l'Académie, et déposées ensuite au Muséum d'Histoire naturelle, à l'appui de son opinion sur la perpendicularité des fibres des bourrelets des arbres.

M. Dupetit-Thouars présente une autre pièce à l'appui de l'opinion contraire.

M. Desfontaines est chargé d'examiner ces pièces, d'en rendre compte à l'Académie et de les déposer ensuite au Muséum.

Séance du lundi 16 décembre.

M. Mathieu, au nom d'une Commission, fait un rapport *sur le compas de nivellement* que M. Juris avait pré-

senté. Cet instrument n'a pas reçu l'approbation de l'Académie.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit une partie de son travail sur les monstres intitulée : *De l'Erreur populaire qui attribue la formation des monstres à des surprises ou à des regards.*

M. Auguste Saint-Hilaire termine la lecture de l'Extrait de son voyage au Brésil.

M. Navier lit un Mémoire *sur les Mouvemens des fluides, en ayant égard à l'adhésion de leurs molécules.*

M. Edwards lit une Note *sur l'Exhalation et l'Absorption de l'azote dans la respiration.*

Nous ferons connaître les rapports des Commissions que l'Académie a chargées de lui rendre compte de ces trois Mémoires.

Séance du lundi 23 décembre.

M. Thenard, au nom d'une Commission, fait un rapport sur le travail de M. Dulong relatif à la chaleur animale. Comme nous avons l'espoir de publier prochainement le Mémoire original, nous nous contenterons de dire aujourd'hui que l'Académie l'a approuvé, et qu'il sera imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers.*

M. Geoffroy Saint-Hilaire lit une troisième partie de son Mémoire sur les monstres intitulée : *De l'Adhérence du fœtus avec ses enveloppes, considérée comme l'unique cause de la monstruosité.*

M. Desmoulins lit des Observations sur les rapports entre l'énergie de la vision et l'étendue des nerfs optiques et de la rétine.

L'Académie s'occupe ensuite, en comité secret, de quelques objets d'administration.

Séance du lundi 30 décembre.

Le Ministre de l'Intérieur adresse l'ordonnance par laquelle le Roi confirme la nomination de M. Berzelius à la place d'associé étranger.

M. Licent envoie la description d'un piége qu'il croit propre à prendre toute espèce d'animaux.

M. Moreau de Jonnès communique des détails sur un météore observé à la Martinique, et qui paraît avoir été une aérolithe.

M. Thenard, au nom d'une Commission, fait un rapport sur un Mémoire de M. Despretz intitulé : *Des Composés triples du chlore.*

Le principal objet de l'auteur est de déterminer la composition des liquides qu'on obtient en mettant le chlore en contact, soit avec l'hydrogène percarboné, soit avec l'alcool, soit avec l'éther sulfurique.

Le premier de ces liquides avait été étudié par plusieurs chimistes, et on le supposait composé de volumes égaux de chlore et d'hydrogène percarboné ; mais cette opinion se fondait seulement sur ce que la vapeur du liquide avait une densité égale à celle des deux gaz : il était donc utile de l'établir sur des expériences directes ; c'est ce que M. Despretz a fait.

Quant au liquide qui se forme par la réaction du chlore sur l'alcool, M. Despretz prouve qu'il est composé de 1 volume de chlore et de 2 volumes d'hydrogène percarburé.

L'auteur n'a pas déterminé aussi complètement la composition des deux liquides qu'on obtient en traitant l'éther sulfurique par le chlore. Il admet que l'un des deux, au moins, est un nouveau composé de chlore et d'hydrogène percarboné ; mais cette opinion, d'après les commissaires, a besoin d'être appuyée par une analyse rigoureuse.

En examinant l'action de l'hydrogène percarboné sur les chlorures de soufre et d'iode, M. Despretz a observé la formation de quelques produits dignes de remarque.

Le chlorure d'iode lui en a présenté deux : l'un liquide, incolore, dont la saveur et l'odeur sont agréables, et dont la congélation en lames cristallines a lieu à la température de la glace fondante ; l'autre solide, blanc, cristallin, résultant de l'action d'une plus grande quantité de gaz carboné.

Avec le chlorure de soufre, il ne s'est formé qu'un seul liquide, visqueux, plus fixe que l'eau, difficilement combustible et d'une odeur désagréable.

Les commissaires, en terminant leur rapport, engagent l'auteur à examiner s'il n'y aurait pas quelque analogie entre ces nouveaux produits et les composés de chlore et de carbone découverts dans ces derniers temps. Le Mémoire a été approuvé par l'Académie.

M. Gay-Lussac présente un bocal d'hydriodure de carbone, obtenu par M. Serullas, habile chimiste de Metz.

M. Portal lit un Mémoire *sur le Siége de l'épilepsie.*

M. Bancal lit un Mémoire *sur un Instrument propre à l'opération de la cataracte.*

Examen *de l'opinion adoptée par quelques marins, qu'un grand froid détruit la vertu magnétique des aiguilles de boussole.*

Le capitaine Ellis avait anciennement annoncé que le froid, dans les régions polaires en général, et dans la baie d'Hudson en particulier, détruisait entièrement la vertu magnétique des aiguilles de boussole. Quoique cette opinion ne puisse pas se concilier avec les résultats obtenus par le capitaine Parry; quoiqu'elle soit aussi formellement en opposition avec les essais du capitaine Scoresby (*Ann.*, tome XVIII, page 35), le Dr de Sanctis vient de la reproduire. Suivant lui, une aiguille aimantée perdrait non-seulement, quand le froid est assez intense, la faculté de se diriger vers le pôle magnétique de la terre et celle d'obéir à l'action d'une barre de fer, mais même elle ne serait plus ni attirée ni repoussée par un aimant. L'éditeur du *Quarterly Journal of Sciences* a fait, à cette occasion, une expérience qui décide entièrement la question.

Une aiguille aimantée, autour de laquelle on avait entortillé un linge, fut plongée dans du soufre carburé et placée ensuite sur son pivot, dans le récipient d'une machine pneumatique qu'on purgea d'air le plus promptement possible. Par ce moyen, on abaissa rapidement la température jusqu'au-dessous du terme de la congélation du mercure. Parvenue à ce point, l'aiguille obéissait également et à l'action du fer et à celle d'un aimant. Dérangée du méridien magnétique, l'aiguille revenait s'y fixer par des oscillations graduellement décroissantes

dont on détermina la durée, en observant combien elle en faisait dans un temps donné. Après cette première épreuve, un réchaud fut placé près du récipient, et la température monta jusqu'à + 27° centigrades ; mais on conserva le vide au même point. Examinée de nouveau, l'aiguille sembla obéir exactement comme auparavant, tant à l'action du fer qu'à celle de l'aimant. Le nombre des oscillations, dans un temps donné, était aussi à très-peu près le même : il n'y avait qu'une fort légère différence en plus. L'auteur de l'article ne dit pas à combien elle s'élevait, et c'est cependant ce que le lecteur aurait désiré connaître, afin de pouvoir juger par lui-même s'il devait croire qu'il y a dans une aiguille une augmentation réelle de force magnétique quand sa température passe de — 40° à + 27° centigrades, ou si seulement la différence en question devait être attribuée aux erreurs des observations.

Examen *des excrémens des serpens que l'on fait voir en ce moment à Paris, rue Saint-Nicaise.*

Par M. Vauquelin.

Le 18 janvier 1823.

1°. Un morceau d'acide *urique*, rendu par un boa de quatorze pieds de long, avait environ deux pouces de long, un pouce et demi d'épaisseur à un bout, et un pouce à l'autre bout ; aplati sur deux de ses côtés et un peu arrondi sur les deux autres ; formé d'une matière

blanche mate avec quelques couches jaunes entremêlées surtout à la surface ; pesant 28 grammes et provenant d'une masse beaucoup plus grande.

Quelques grammes de cette matière bouillis avec de l'eau lui ont communiqué une acidité très-marquée. Traitée par la potasse, elle s'est dissoute entièrement, à l'exception de quelques légers flocons de matière animale qui n'en fait pas la meilleure partie. Pendant cette dissolution, une légère odeur d'ammoniaque se développe : traitée par l'acide nitrique, elle donne immédiatement du purpurate d'ammoniaque.

2°. Un autre morceau d'acide urique rendu par un serpent moins grand que celui qui a rendu la matière n° 1 ressemblait, par sa forme et sa couleur, à certains calculs vésicaux. Il avait environ un pouce et demi de long, un pouce de diamètre, presque cylindrique, seulement un peu arrondi sur une partie et aplati sur la partie opposée. Il était coupé obliquement dans le même sens aux extrémités. On remarquait à sa surface beaucoup de cristaux jaunes transparens. Il pesait 20 grammes ; mais ayant été rendu de la veille, en notre présence, il était encore mouillé, en sorte qu'il perdra de son poids en séchant.

L'analyse nous a démontré qu'il était absolument de la même nature que le précédent.

Cinq grammes de cette matière brûlés dans un creuset de platine ont fourni un résidu alcalin qui, saturé par l'acide nitrique, a produit 30 centigrammes de nitrate de potasse, mêlés d'une petite quantité de nitrate de chaux. L'un et l'autre de ces alcalis paraissent être combinés à l'acide urique.

Il n'y a point d'acide phosphorique.

Ces expériences suffisent pour prouver que les prétendus excrémens des serpens ne sont autre chose que de l'acide urique sans aucun mélange, qu'un peu d'ammoniaque de potasse et de matière animale, et sont conséquemment des produits de l'urine comme celui que nous avons découvert dans les excrémens des oiseaux.

Les véritables excrémens des serpens ne sont pas de la même nature que ceux dont nous venons de parler; on nous en a remis qui n'étaient formés que de plumes peu altérées, et d'os devenus très-cassans et dépouillés presque entièrement de leur gélatine; ce qui prouve que les plumes, c'est-à-dire, le tissu corné, est de toutes les matières animales la plus difficile à digérer.

Les matières dont nous venons de parler sortent du corps de l'animal sous forme de bouillie, ressemblant à de la craie ou de l'amidon délayés dans une petite quantité d'eau. Quelquefois elles sortent en masse concrète comme un calcul, ainsi que nous l'avons vu nous-même. Cela prouve que l'urine des serpens séjourne, comme celle des oiseaux, dans une sorte de réservoir appelé *cloaque*, où elle s'épaissit et prend la forme boueuse ou concrète, et d'ou elle est ensuite expulsée par quelque mouvement de contraction.

Circonstances *qui accompagnent quelquefois la formation de la glace dans les eaux tranquilles.*

En retirant, dans l'hiver de 1821, de grandes masses de glace des lacs situés près de New-Haven (Amérique), on remarqua, dans des masses épaisses de quinze pouces, vingt-une couches distinctes, aussi nettement tranchées que le sont les bandes de l'agate ou du jaspe, ou les anneaux concentriques d'un tronc d'arbre. Vers le haut, l'épaisseur des couches variait entre un pouce et un pouce et demi ; au bas, dans le voisinage de l'eau, elles n'avaient guère qu'un demi ou trois quarts de pouce. Le décroissement d'épaisseur, sans être uniforme, ne laissait aucun doute. Si on compare les épaisseurs extrêmes, en considérant que le froid, au lieu de diminuer pendant cette formation successive, alla toujours en augmentant, on demeure convaincu que ces différences d'épaisseur ont tenu, 1°. à ce que la faculté conductrice de la glace pour la chaleur est très-petite ; et 2°. à cette circonstance que la glace ne se formait pas d'une manière continue sous la première couche, mais seulement aux époques les plus froides de la nuit.

Les couches étaient plus transparentes dans le sens de leur longueur que dans la direction verticale. A la jonction de deux couches voisines, il y avait, ce dont il est facile de trouver la raison, une multitude de bulles d'air. (*Amer. Journ.* et *Bibl. univ.*)

OBSERVATIONS METÉOROLOGIQUES. *Décembre* 1822.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	750,28	+ 3,5	98	749,00	+ 7,5	93	746,34	+ 8 5	90	742,46	+ 8,0	96	+ 8,5	+ 3,2	Nuageux.	S. O. fort.
2	738,20	+ 5,1	97	737,64	+ 6,3	91	736,68	+ 6,0	92	734,63	+ 5,9	99	+ 6,3	+ 5,1	Trouble et nuageux.	S.
3	737,20	+ 5,1	99	739 43	+ 6,5	94	741,20	+ 6,5	89	746,19	+ 4 2	99	+ 6,5	+ 4,0	Couv., brouill. hum	O.
4	753,24	+ 1,0	100	752,23	+ 7,0	95	751,40	+ 7,1	90	747,40	+ 5,2	99	+ 7,1	— 0,0	Couvert, brouillard.	S.
5	753,82	+ 3,8	93	756,10	+ 6,6	85	756,30	+ 6,5	82	751,66	+ 4,8	95	+ 6,6	+ 3,8	Petits nuages clairs.	O. N. O.
6	749,62	+ 5,6	93	750,78	+ 8,5	82	751,74	+ 7,8	85	754,48	+ 4,5	96	+ 8,5	+ 4,5	Nuageux.	O. N O.
7	757,72	+ 2,0	100	758,36	+ 5,6	96	758,66	+ 6,2	92	761,23	+ 3,0	96	+ 6,3	+ 0,0	Beau, brouillard.	O.
8	765,78	— 1,1	100	766,38	+ 0,4	98	766,20	+ 1,2	96	767,42	— 0,3	100	+ 1,3	— 2,3	Brouillard épais.	S E.
9	767,12	— 1,5	99	766,40	— 0,8	94	765,83	— 1,0	94	765,73	— 1,3	99	— 0,4	— 1,9	Brouillard épais.	E.
10	767,36	— 1,0	96	767,92	+ 0,2	96	768,50	+ 0,9	93	769,84	— 0,1	100	+ 0,9	— 1,8	Couvert, brouillard	S.
11	771,38	+ 0,5	100	770,92	+ 1,8	93	770 15	+ 3,2	91	770,43	+ 1,0	98	+ 3,2	+ 0,2	Couvert, brouillard,	N.
12	768,93	+ 1,2	89	768,26	+ 2,8	85	767,43	+ 3,2	83	766,67	+ 0,2	94	+ 3,2	+ 0,2	Beau, léger brouill.	E. N. E. fort.
13	766,00	— 1,8	99	765,30	+ 1,5	90	765,17	+ 2,2	87	764,90	+ 0,2	96	+ 2,2	— 2,0	Beau.	N. E.
14	763,96	— 2,4	97	762,88	— 0,6	89	762,28	— 0,1	88	761,45	— 3,6	99	— 0,2	— 4,3	Beau, brouillard.	E. N. E.
15	759,52	— 7,5	99	758,53	— 5,5	99	757,75	— 2,5	90	758,40	— 2,3	90	— 2,3	— 7,9	Brouillard épais.	N. E.
16	761,05	— 1 5	90	761,78	— 0,5	87	761,98	— 0,6	88	764,32	— 1,7	90	— 0,5	— 2,0	Couvert, brouillard.	N. E.
17	767,52	— 3,7	93	767,60	— 0,9	87	767,32	— 1,0	88	766,30	— 1,0	94	— 0,9	— 3,8	Couvert, brouillard.	N. E.
18	764,59	+ 0,6	96	763,75	+ 3,3	91	762,70	+ 2,7	96	759,82	+ 3,7	100	+ 4,0	— 0,0	Couvert, brouillard.	N. E.
19	758,72	— 0,5	84	759,20	+ 0,5	79	759,00	+ 0,1	83	761,12	— 3,5	90	+ 0,5	— 3,5	Couvert, brouillard.	N. E. fort.
20	761,76	— 7,3	90	761,23	— 4,2	81	760,83	— 3,1	79	761,74	— 6,2	90	— 2,5	— 7,5	Beau, léger bouil.	N. E. fort.
21	760,92	— 7,2	90	760,08	— 3,8	82	759,53	— 1,2	77	758,55	— 4,0	87	— 1,2	— 8,3	Beau brouillard.	N. E.
22	761,98	— 5,5	91	756,60	— 2,6	85	756,22	— 1,7	83	756,50	— 3,7	92	— 1,7	— 5,9	Légers nuages.	N. E.
23	756,63	— 4,9	96	756,18	— 3,1	92	755,70	— 1,9	90	756,00	— 3,8	95	— 1,9	— 5,8	Petits nuages.	N. E.
24	757,50	— 3,4	98	758,10	— 2,8	96	758,40	— 2,0	95	760,57	— 0,8	..	— 0,6	— 3,8	Couvert, brouillard.	N. E.
25	764,38	+ 1,0	86	764,45	— 0,6	74	764,90	— 0,8	73	766,33	— 4,2	88	— 0,5	— 4,5	Beau, léger brouil.	E. N. E.
26	767,38	— 6,2	85	766,42	— 3,1	78	766,33	— 1,2	66	766,63	— 4,2	85	— 1,2	— 6,6	Beau, léger brouil.	N. E.
27	766,48	— 7,0	96	766,42	— 3,8	89	766,20	— 1,9	87	766,35	— 4,5	93	— 1,9	— 8,8	Trouble, brouillard.	N. E.
28	765,35	— 7,5	95	764,86	— 4,0	89	764,60	— 2,9	88	764,48	— 6,0	91	— 2,9	— 8,3	Beau, brouillard.	S E.
29	762,42	— 6,9	100	761,08	— 2,5	94	759,42	— 0,1	80	757,30	— 4,6	72	— 0,1	— 8,3	Beau, brouillard.	E.
30	751,50	— 5,9	77	750,90	— 1,2	69	750,75	+ 0,3	65	75 ,60	— 1,3	97	+ 0,3	— 7,5	Nuageux.	S. E.
31	750,31	— 1,7	86	750,00	— 0,4	95	750,30	+ 0,1	94	751,55	— 0,9	100	+ 0,1	— 2,2	Couvert, brouillard,	E.
1	754,03	+ 2,3	98	754,42	+ 4,8	92	754,29	+ 5,0	90	754,11	+ 3,4	98	+ 5,2	+ 1,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	764,34	— 2,2	94	763,94	— 0,2	88	763,51	+ 0,4	87	763,51	— 1,3	94	+ 0,7	— 3,1	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 2,885
3	759,99	— 5,2	91	759,55	— 2,5	85	759,30	— 1,3	82	759,53	— 3,4	90	— 1,1	— 6,4	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 2,265
	759,47	— 1,8	94	759,31	+ 0,6	88	759,04	+ 1,3	86	759,07	— 0,6	94	+ 1,5	— 2,5	Moyennes du mois,	—0°,5.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

Sur le Traitement des mines d'étain dans le Cornouailles et le Devonshire ; par John Taylor. Page 5

*Rapport à M. le Maître des Requêtes, Préfet du département des Vosges, sur l'*aérolithe *tombée dans la commune de la Baffe, le* 13 *septembre* 1822 ; *par le Régent de physique envoyé sur les lieux pour recueillir les circonstances et les preuves de ce phénomène.* 17

Addition au Mémoire sur la Théorie des fluides élastiques ; par M. de Laplace. 22

Mémoire sur l'Action qu'exerce le globe terrestre sur une portion mobile du circuit voltaïque ; par M. de Larive *fils.* 24

Sur une très-belle couleur verte ; par M. Henri Braconnot. 53

Observations sur une Note de M. Berthier ; *par M.* A. Payen. 56

Sur la Suspension des nuages. 59

Procédé pour repasser les instrumens tranchans. 60

Sur les Alliages de l'acier ; par MM. J. Hodart *et* Faraday. 62

Extrait des Séances de l'Académie royale des Sciences. 74

Extrait d'un Mémoire sur le Froid produit par l'évaporation des liquides ; par M. Gay-Lussac. 82

Sur une Dorure factice employée dans l'Inde ; par M. John Robison. 93

Sur les Sons produits dans le gaz hydrogène ; par John Leslie. 94

Manière de découvrir de très-petites quantités d'arsenic et de mercure ; par James Smithson. 97

Toutenague, cuivre blanc ou cuivre chinois. 98

Instrument pour mesurer la compression de l'eau. 99

Observations sur un nouvel acide produit en distillant l'acide citrique ; par M. J.-L. Lassaigne. 100

Questions proposées, en juillet 1822, *par l'Acad. royale des Sciences de Prusse, pour le concours de l'année* 1824. 108

Expérience électro-magnétique. 109

Procédé pour préparer la lithine ; par M. Arfwedson. 110

Sur la Précipitation du nitrate d'argent par le chlore. Ibid.

Observations météorologiques du mois de septembre. 112

Des Glacières naturelles, et de la cause qui forme la glace dans ces cavités; par M. Jean-André Deluc, *neveu.* 113
Exposé de quelques résultats obtenus par l'action combinée de la chaleur et de la compression sur certains liquides, tels que l'eau, l'alcool, l'éther sulfurique et l'essence de pétrole rectifiée; par M. le Baron Cagniard de La Tour. 127
Sur l'Etat où se trouvent l'eau et les matières aériformes dans les cavités de certains cristaux; par Sir Humphry Davy. 132
Mémoire sur les Densités des vapeurs; par M. Ces. Despretz. 143
Sur la Forme cristalline de la glace. 155
Note sur le Sel ammoniac que produit une mine de houille incendiée; par les Élèves mineurs de Saint-Étienne. 158
Sur un Moyen de prévenir les effets de l'humidité dans les appartemens. 156
Sur l'Acide hydroxanthique, avec quelques-uns de ses produits et de ses combinaisons; par M. Will. C. Zeize. 160
Supplément au Mémoire de M. Cagniard de La Tour, *imprimé page 127 de ce volume.* 178
Extrait des Séances de l'Académie royale des Sciences. 182
Analyse d'un Phosphate d'alumine neutre; par M. Vauquelin. 188
Moyen d'enflammer la poudre sous l'eau, et divers alliages du potassium; par M. Serullas. (*Extrait.*) 197
Lettre de M. Peschier *sur l'existence du titane dans les micas.* 203
Rapport fait à l'Académie, le 21 octobre 1822, par M. Girard, *sur un Mémoire de M.* Lagerhjelm *relativement à l'écoulement de l'air par des orifices.* 204
Jeffersonite. 210
Analyse de l'Acétate de cuivre et du Vert-de-gris, par R. Phillips. 213
Théorie de l'action du charbon animal dans son application au raffinage du sucre; par M. Payen. 215
Moyen de se procurer le cadmium en plus grande quantité qu'on ne l'a obtenu jusqu'à présent; par M. W. Herapath. 217
Explication de l'existence de l'eau dans l'intérieur de quelques cristaux; par John Deuchar. 220
Effets de l'acide borique sur le fluate acide de potasse. 221
Sur un Sulfate particulier d'alumine; par R. Phillips. 222

Conservation des Préparations anatomiques. 223
Observations météorologiques du mois d'octobre. 224

Explication de la Réfraction dans le système des ondes; par M. A. Fresnel. 213
*Sur la Théorie de la lumière d'*Huygens; *par M.* Lagrange. 229
Extrait d'une Lettre de M. Berzelius *à M.* Berthollet, *renfermant l'analyse des eaux de Carlsbad.* 246
Nouvelles Expériences sur l'huile volatile d'amandes amères; par M. Robiquet. 250
Expériences sur les combinaisons du nickel avec l'oxigène et les corps combustibles non métalliques; par M. J.-L. Lassaigne. 255
Sur l'Ascension des nuages dans l'atmosphère; par M. A. Fresnel. 260
Sur la Détermination de certaines faces secondaires dans les cristaux par un moyen qui n'exige ni mesure ni calcul; par M. A. Lévy. 263
De l'Action des fleurs sur l'air, et de leur chaleur propre; par M. Théodore de Saussure. 279
Extrait des Séances de l'Académie royale des Sciences. 304
Nouvelles Observations relatives à la température de la terre. 308
Examen analytique de la Pierre de touche; par M. Vauquelin. 317
Examen, fait d'après l'invitation de l'Académie des Sciences, d'une Aérolithe tombée aux environs d'Epinal, le 13 *septembre* 1822, *à l'entrée de la forêt de Taunière, à trois quarts de lieue de la Baffe (Vosges); par M.* Vauquelin. 324
De l'Existence de l'acide succinique dans les térébenthines; par MM. Lecanu *fils et* Serbat. 328
Sur un Changement qui s'opère à la longue dans la position du zéro de tous les thermomètres à mercure. 333
Sur la Clarification du vin. 335
Observations météorologiques du mois de novembre. 336

Lettre à M. le Dr Brewster, *à Edimbourg; par M.* Weiss. 337

Sur la Résistance de la fonte de fer. Application aux tuyaux de conduite et aux chaudières des pompes à vapeur; par M. Girard. 351

Notice de l'Explosion d'une chaudière à vapeur dans la distillerie de Lochrin; par M. Robert Stevenson. 362

Essai sur la Composition chimique des minéraux qui affectent la forme cristalline du pyroxène; par M. Henri Rose. 370

Résumé des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris, en 1822. — *Tableau de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure; 384. — *Tableau des* maximum *et des* minimum *moyens du thermomètre centigrade, en* 1822; 387. — *Tableau des variations extrêmes du thermomètre;* 388. — *Tableau de la marche moyenne du baromètre;* ibid. — *Tableau des oscillations extrêmes du baromètre;* 389. — *Tableau de la quantité de pluie qui est tombée à l'Observatoire royal;* 390. — *État des crues de la Seine, au pont de la Tournelle;* 391. — *État des vents, à Paris;* 392. — *État du ciel, à Paris;* ibid. — *Tremblemens de terre;* 393. — *Éruptions volcaniques;* 396. — *Météores lumineux;* 402. — *Trombes;* 407. — *Brouillard remarquable;* 411. — *Brouillard puant;* 412. — *Courans de la mer;* 413. — *Taches du soleil;* ibid. — *Neiges rouges;* 416.

Changement momentané de niveau dans les eaux d'un des ports de la Méditerranée. 420

Comètes qui ont paru en 1822. 426

Découverte de la Côte orientale du Groënland. 429

Mouvement de la population de la ville de Paris, pendant l'année 1821; 430. — *Consommation de la ville de Paris pendant l'année* 1821. 433

Extrait des Séances de l'Académie royale des Sciences. 434

Examen de l'opinion, adoptée par quelques marins, qu'un grand froid détruit la vertu magnétique des aiguilles de boussole. 439

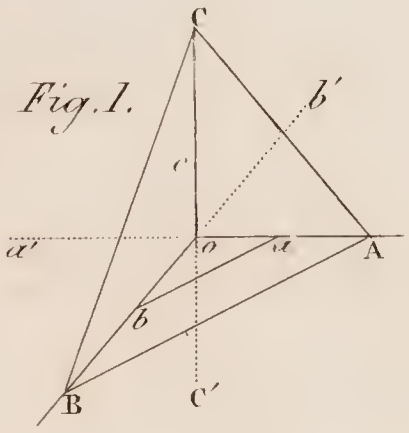
Examen des excrémens des serpens que l'on fait voir en ce moment à Paris; par M. Vauquelin. 440

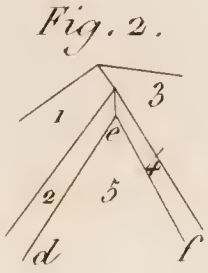
Circonstances qui accompagnent quelquefois la formation de la glace dans les eaux tranquilles. 443

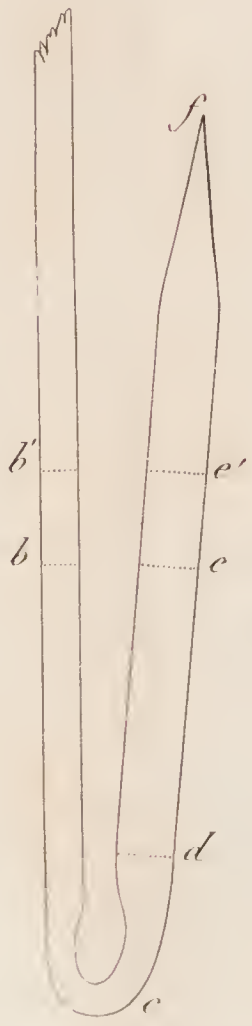
Observations météorologiques du mois de décembre. 444

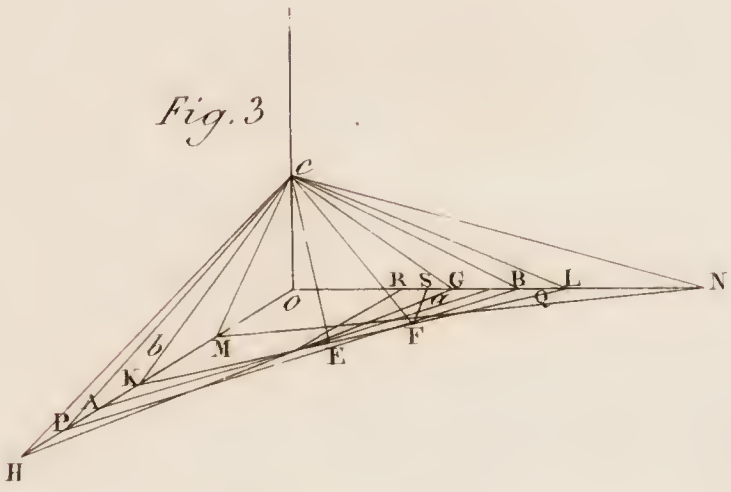
FIN DE LA TABLE DU VINGT-UNIÈME VOLUME.

Fig. du Mémoire de Mr. Cagniard de Latour.









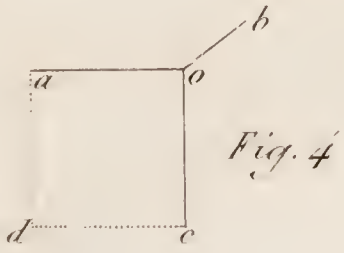


Fig. 4

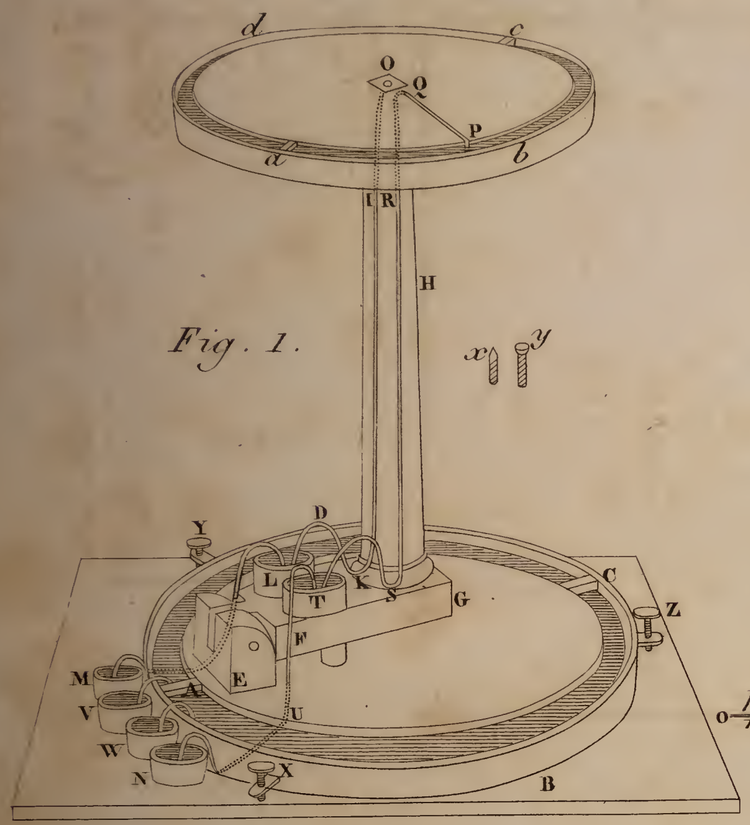


Fig. 1.

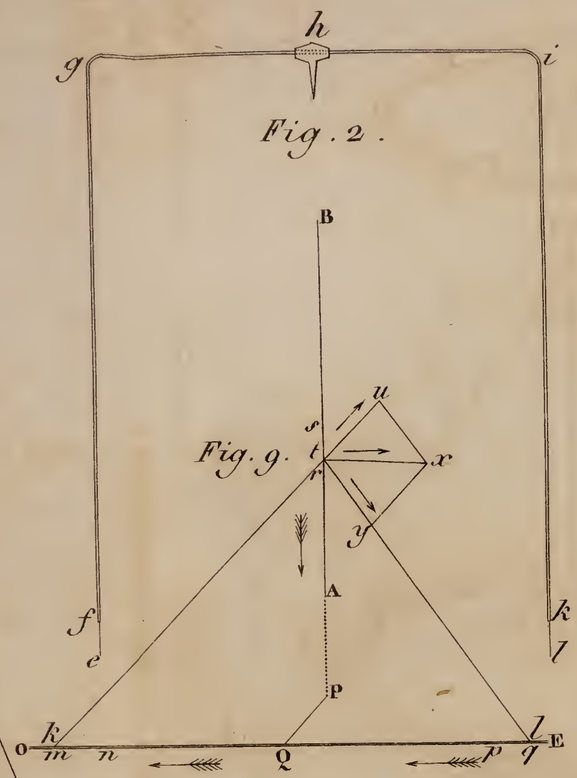


Fig. 2.

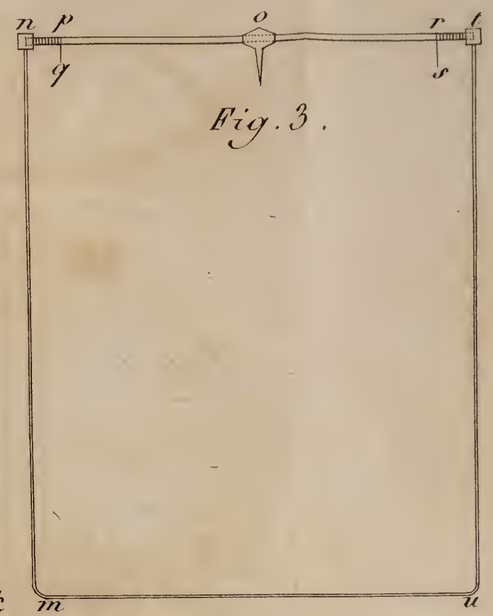


Fig. 3.

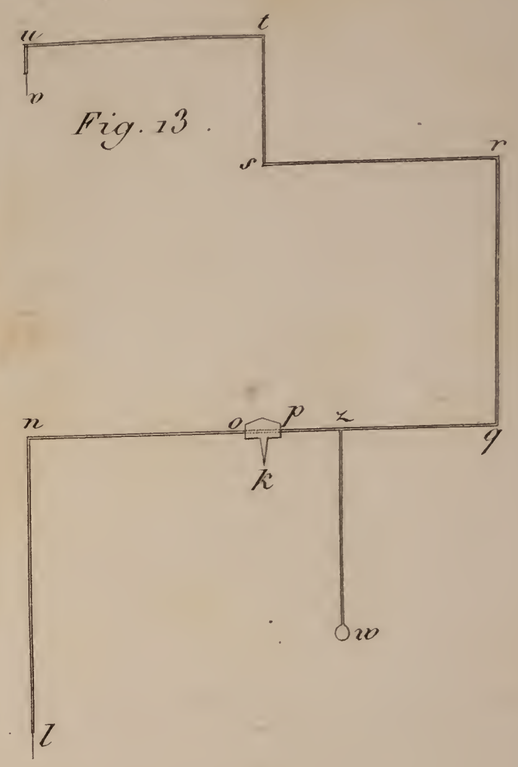


Fig. 13.

Fig. 9.

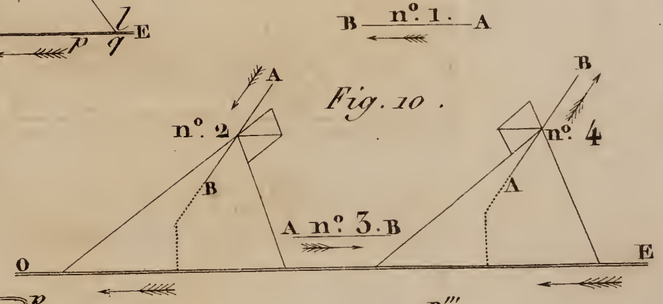


Fig. 10.

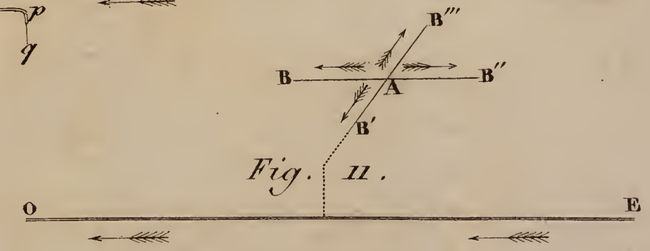


Fig. 11.

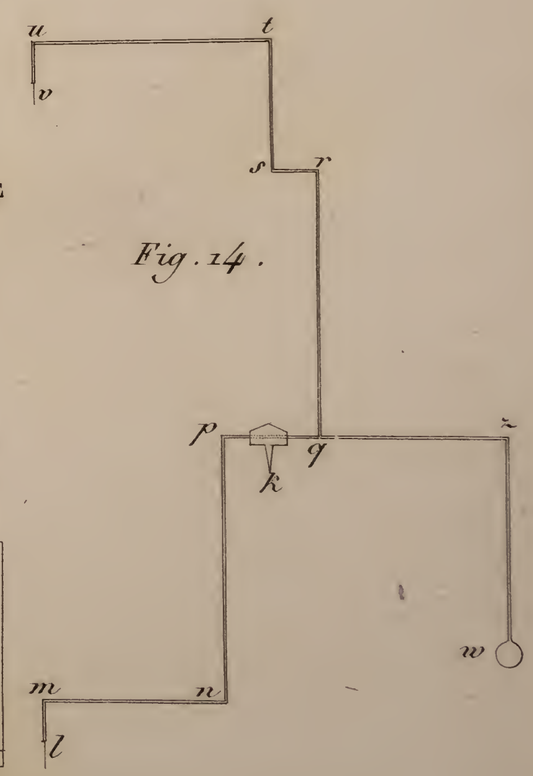


Fig. 14.

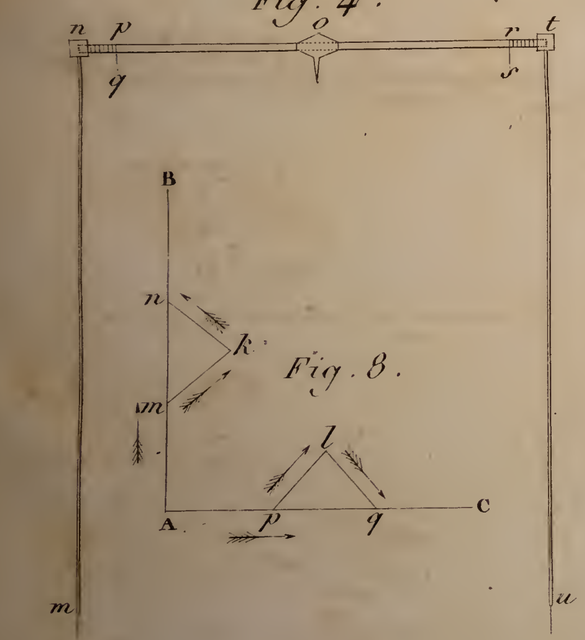


Fig. 4.

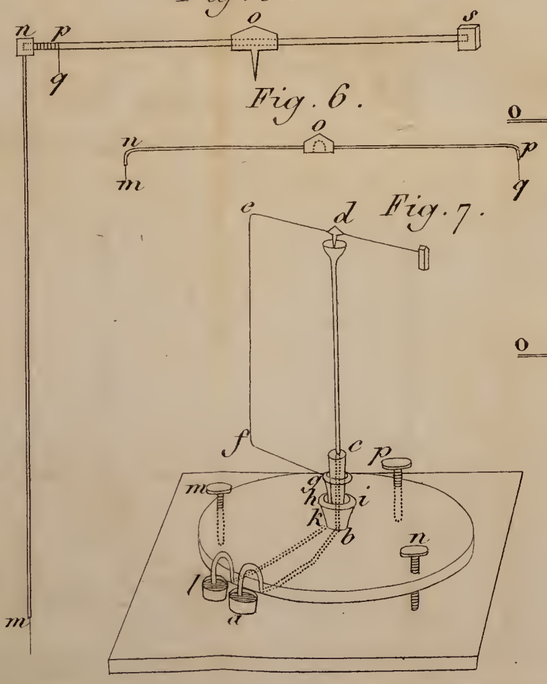


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

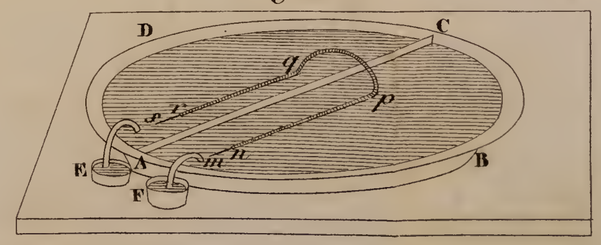


Fig. 12.